GRAĐEVINAR

1 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVII SIJEČANJ 1965



STAMBENO NASELJE U ULICI ŽRTAVA FAŠIZMA U SPLITU

RADOVE IZVODI G. P. »IVAN LAVČEVIĆ« SPLIT

9067

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVII BROJ 1

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;

fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

— Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB

BERISLAVIĆEVA 6

Telefon 38-114

Tekući račun 400-181-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak . .	Din	12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„	2.500
za ostale pretplatnike . . .	„	900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	400
za inostranstvo	„	4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„	250
za ostale	„	80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU

»VULKAN« GRADJEVINSKE DIZALICE

KONZOLNA DIZALICA EDKD-0,3/0,5

Univerzalni tip dizalice nosivosti 300 i 500 kg

Jednostavna i solidna izvedba. Vrlo prikladno sredstvo za transport i dizanje

Dizalica se sastoji iz dva osnovna elementa:

— Okretna konzola nosivosti 500 kg OKB-0,5
— Elektro teretno vitlo vučne sile 300 kg ETB-0,3

Postavljanje dizalice je lako i brzo. Montira se na drveni, željezni ili armirano-betonski stup promjera 200 mm sa obujmicama koje omogućuju zaokretanje konzole za 200°

Na posebni zahtjev isporučujemo i konzole sa specijalnim obujmicama za pričvršćenje na četvrtaste stupove i na zidove

Dizalica se isporučuje sa kukom za dizanje tereta do 300 kg i sa koloturnikom i kukom za teret do 500 kg. U slučaju rada sa koloturnikom i kukom, brzina dizanja se smanjuje na polovinu, što omogućava dizanje većeg tereta

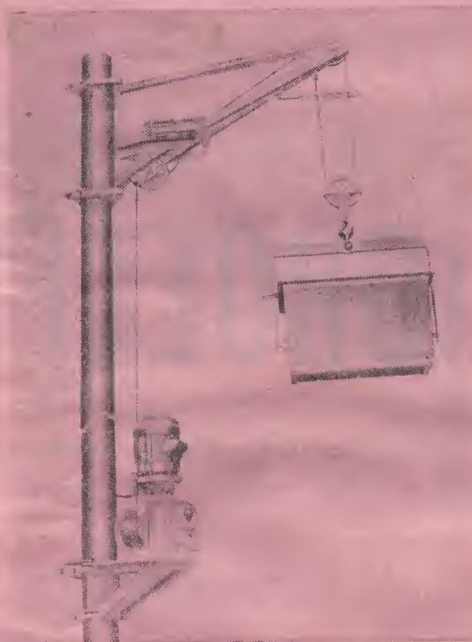
Stalak za elektroteretno vitlo je poseban dio koji omogućava pričvršćenje vitla na okrugli stup promjera 240 mm

Isporučujemo i posebne stalke koji omogućavaju postvaljanje vitla pri zemlji, na taj način se izbjegava prenašanje vitla zajedno sa konzolom na vrh objekta.

Na konzolu je postavljena krajnja sklopka koja automatski isključuje pogon kada kuka dođe u gornji položaj, na taj način izbjegava se mogućnost oštećenja dizalice i postizava sigurnost u radu

Karakteristike

Nosivost pomoću koloturnika sa kukom	500 kg
Brzina dizanja (srednja)	16 m/min
Nosivost pomoću utega sa kukom	300 kg
Brzina dizanja (srednja)	32 m/min
Visina dizanja	20 m



ELEKTRO TERETNO VITLO ETB-0,3

Kao poseban i nezavisan element može se upotrebiti sa konzolom ili bez nje za vučenje tereta, izvlačenje tereta na kosinama, otvaranje teških vrata i zasuna, za jednostavne teretne liftove itd.

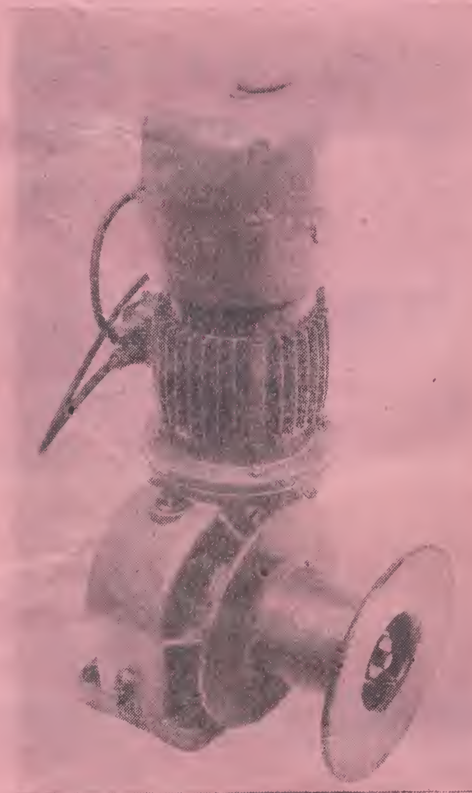
Vitlo je potpuno zatvorene konstrukcije, te je sposobno za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavlja se preko dvosmjernog prekidača

Karakteristike

Vučna sila	300 kg
Brzina namatanja užeta (srednja)	32 m/min
Broj okretaja bubnja	57 o/min

Elektro motor »Elektrokovina« — Maribor, tip T 112 SA NŽi, snage 2,2 kW, 1430 o/min, 380 V, 50 Hz, sa ugrađenom elektromagnetskom kočnicom, tip H82B



GRAĐEVINSKI LIFT »BOB«

Jednostavno i efikasno teretno dizalo zbijene i solidne konstrukcije, sigurno u pogonu

Za pogon lifta služi vitlo tipa EBA-3-1, 2/45

Lift se sastoji iz vodilice sa priborom i platforme za dizanje tereta

Vodilice su sastavljene iz sekcija dužine 4 m, što omogućuje laki transport i brzu montažu

Platforma za dizanje sastoji se iz okvira varene konstrukcije sa vodećim kotačima i drvene ploče za smještaj tereta. Korisna površina za teret je 1,5 × 1 m i odgovara prostoru za smještaj japaner kolica. U platformu za dizanje ugrađena je automatska kočnica koja stupa u djelovanje u slučaju prekida užeta i sigurno zaustavlja lift na onoj visini na kojoj se desio prekid; na taj način je cijeli uređaj potpuno siguran u radu

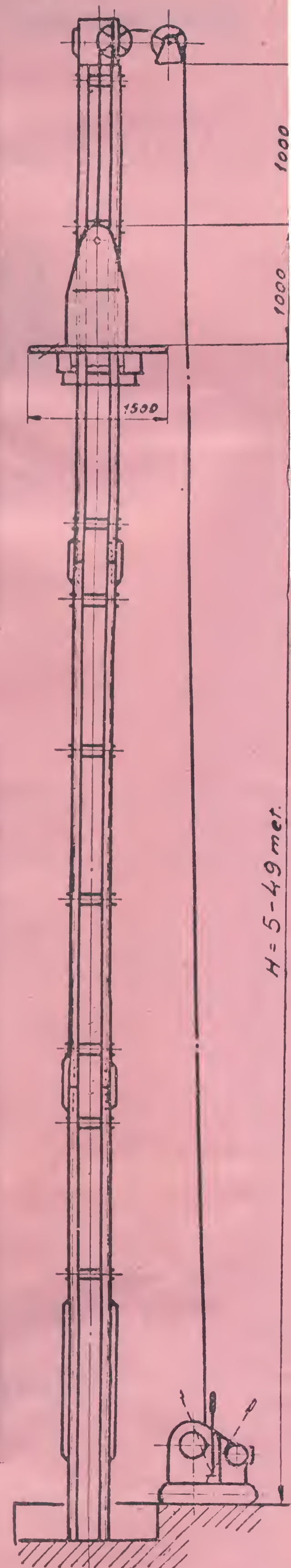
Karakteristike

Nosivost na platformi	1000 kg
Brzina dizanja	45 m/min
Visina dizanja	5—49 m

Elektromotor »Rade Končar«, tip Az 237-4, snage 12,5 KS, 380 V, 50 Hz

Vitlo i elektromotor potpuno su zatvorene konstrukcije, te su sposobni za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavlja se jednom polugom, što omogućava jednostavno i lako rukovanje



VULKAN

TVORNICA DIZALICA I LJEVAONICA – RIJEKA

RIJEKA, POLIĆ-KAMOVA 103 – TELEFON 41-455 – TELEX 02-569

GRAĐEVINAR

GOD. XVII SIJEČANJ 1965. Br. 1

KONSTRUKTIVNA RJEŠENJA PODRUMA I LIJEVAKA SILOSA KOD IZVEDBE S KLIZNOM OPLATOM OD TEMELJNE PLOČE

Ing. Vinko Čandrlić, »Tehnika«, Zagreb

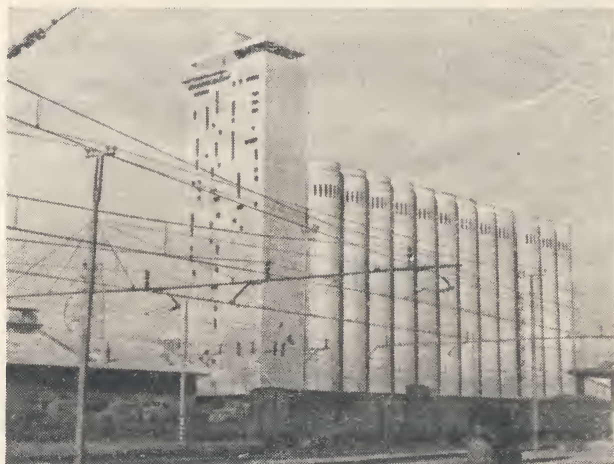
1. Uvod

Silosi su inženjerske konstrukcije kod kojih racionalnost izvedbe s kliznom oplatom dolazi najviše do izražaja. I u najrazvijenijim zemljama koje su potpuno industrijalizirale proces proizvodnje montažnih objekata različitih funkcija, kod izgradnje silosa i dalje se primjenjuje način s kliznom oplatom. Ovim načinom se danas postiže brzina izvođenja ćelija od prosječno 3—4 m visine dnevno, bez obzira da li se dizanje oplate obavlja pneumatskim, hidrauličkim ili mehaničkim dizalicama.

Pri izgradnji silosa s uobičajenim konstruktivnim rješenjem podruma i lijevaka, koje se u inostranstvu a u većini slučajeva i kod nas još uvijek u projektantskoj praksi primjenjuje, ubrzanje radova upotrebom klizne oplate postiže se samo na ćelijama. Dok se podrum s lijevcima gradi nekoliko mjeseci, ćelije se mogu podignuti za desetak dana.

Kod rješenja podruma i lijevaka, koje omogućuje postavljanje klizne oplate na temeljnu ploču, građenje silosnih ćelija s podrumom traje 10—15 dana, zavisno od temperaturnih prilika i visine objekta.

Sl. 1 prikazuje lučki silos u Rijeci, kapaciteta 33.000 t, čiji je podrum s lijevcima riješen na klasičan način zbog specifičnih uslova lokacije (vanjske ćelije su konzolne radi prolaza kolosijeka), pa su radovi na ovom objektu do početka betoniranja ćelija u kliznoj oplati sporo napredovali. Ovo nas je ponukalo da u buduće tražimo drukčija rješenja koja će omogućiti bržu i ekonomičniju izgradnju silosa.



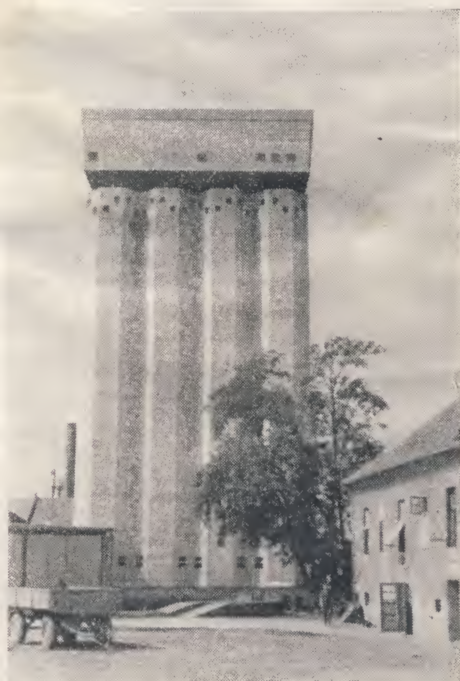
Sl. 1



Sl. 2

Odlučili smo se za osmerokutni oblik ćelija, jer ovaj tlocrt daje najviše alternativnih rješenja podruma konstruiranih tako da se klizna oplata može postaviti na temeljnu ploču. Prvi silos, kapaciteta 6000 t (sl. 2), projektiran i izgrađen po ovom principu, pokazao je sve prednosti ovakvog načina izvođenja. Od prvog dana radova na zemljoradnji za temelje do prihvata žita u silos prošlo je svega tri i po mjeseca. Nešto duže trajala je, iz razumlji-

vih razloga, izgradnja drugog silosa kapaciteta 7.000 t, na čijem vrhu je smješten rezervoar za vodu volumena 750 m^3 (sl. 3).



Sl. 3



Sl. 4

Na sl. 4 vidi se djelomično postavljena klizna oplata na izbetonirani dio temeljne ploče ovog objekta.

Izgradnja trećeg silosa ovog tipa (sl. 5) trajala je šest mjeseci, ne računajući zimski period kad su zbog niskih temperatura radovi bili obustavljeni. Ovaj silos ima kapacitet 11.200 t, a sastoji se iz dviju grupa ćelija čije krajnje stijenke služe kao oslonci stropnim gredama strojarnice.

Na osnovu dosadašnjih iskustava u izgradnji silosa s kliznom oplatom i početkom dizanja oplate od temeljne ploče, može se izraziti tvrdnja da po svojoj racionalnosti ovaj način ima velikih prednosti pred svim ostalim načinima izvedbe.



Sl. 5

Prikazat ćemo tlocrtna rješenja podruma i odgovarajuća konstruktivna rješenja lijevaka za geometrijske oblike ćelija, koji se najčešće susreću tj. za kružnicu, osmerokut, šesterokut i kvadrat.

2. Silosi s okruglim ćelijama

Silosi se u većini slučajeva grade okruglog presjeka. Uslijed toga što ovaj presjek radi uglavnom na čisti vlak (na mjestima gdje se spajaju ćelije javljaju se minimalni momenti savijanja), za ovaj oblik ćelija potreban je manji utrošak betona i čelika negoli kod drugih oblika silosa.

Razlikujemo uglavnom dva tlocrtna oblika silosa s okruglim ćelijama: bez pregradnih ravnih zidova i s pregradnim ravnim zidovima.

2. 1. Ćelije bez pregradnih ravnih zidova

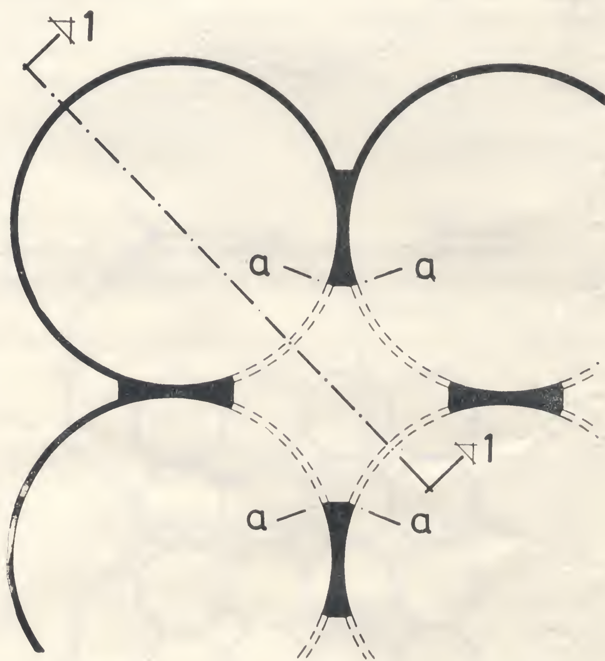
Tlocrt jedne grupe ćelija prikazuje sl. 6, a djelomični tlocrt podruma u većem mjerilu prikazan je na sl. 7. Crtkane linije na ovoj slici označavaju rubove klizne oplate u kojoj će betoniranje ovog

dijela stijenke otpočeti tek na koti dna lijevka zvjezdaste ćelije. Do tog vremena između dviju kružnih oplata u presjecima a-a nalaze se daščani umeci iste visine kao i klizna oplata, koji putuju s ostalom oplatom sve do kote gdje počinje puni presjek ćelija.



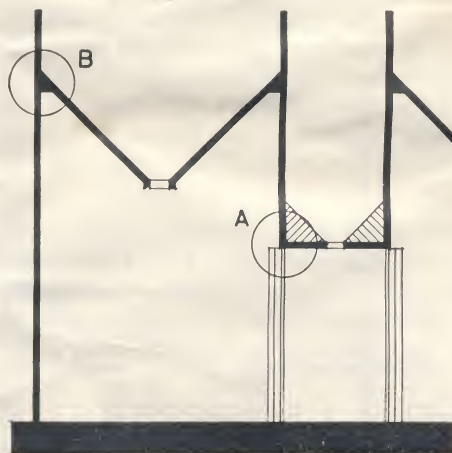
Sl. 6

Na ovoj koti umeci se fiksiraju za otvrdnuli beton i istovremeno se unutar klizne oplate postavlja već unaprijed pripremljena donja oplata visokih nosača. Tek tada počinje betoniranje punog presjeka ćelija.



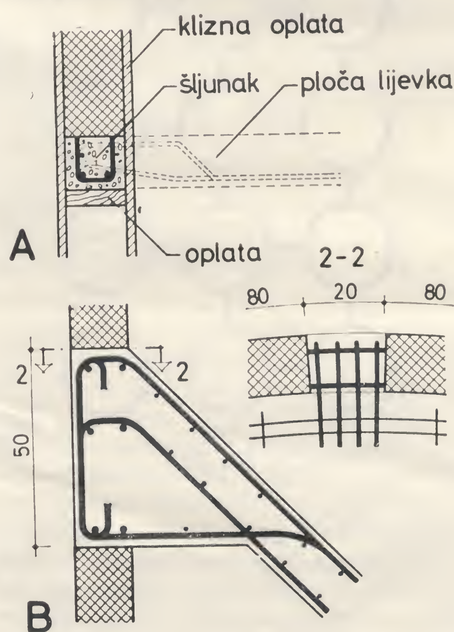
Sl. 7

Izrada lijevaka obavlja se naknadno. Sl. 8 prikazuje presjek po liniji 1-1 iz sl. 7. Mali lijevci rade se pomoću ispune na ravnoj ploči obješenoj za visokostjene nosače (sl. 9, A). Na postavljenu donju oplatu visokog nosača nanosi se najprije sloj šljunka visine ploče lijevka, a tek tada se izvodi normalno betoniranje u kliznoj oplati. Podizanjem klizne oplate iza otvrdnjavanja betona, šljunak sam djelomično ispane, a gornji sloj u kojeg je ušao cementni malter iz betona odstrani se špicanjem.



Sl. 8

Na taj način su oslobođene vilice i donja armatura visokog nosača te se postavljanje armature ploče, betoniranje i ispunjavanje lijevaka može kasnije lako izvršiti.



Sl. 9

Za vješanje lijevaka velikih ćelija ostavljaju se prilikom dizanja klizne oplate u zidovima silosa otvori dimenzija određenih na osnovu statičkog proračuna. Na sl. 9, B prikazan je način polaganja armature lijevaka velikih ćelija, kao i dimenzije

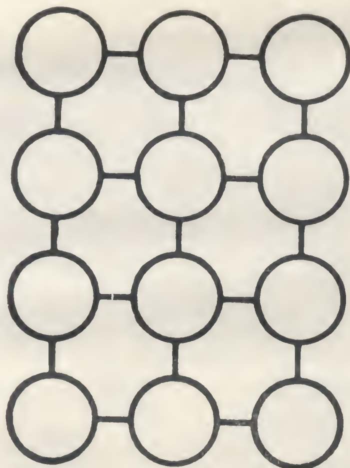
ostavljenih otvora u zidovima za ćeliju promjera 5,50 m.

Naknadna izrada lijevaka može se izvršiti na više načina, što zavisi o organizaciji i usvojenoj koncepciji izvođenja. Jedan od načina je da se betoniranje ćelija u kliznoj oplati izvrši do vrha, a postavljanju unaprijed pripremljene oplate i armature lijevaka pristupa se kad je klizna oplata dignuta na potrebnu visinu. Beton za lijevke vanjskih ćelija može se ubacivati izvana kroz privremene otvore u stijenkama ostavljene za ovu svrhu neposredno iznad lijevaka, dok se spuštanje betona za lijevke unutrašnjih ćelija obavlja kroz same ćelije.

Drugi način je da se prekine betoniranje stijenki ćelija na određenoj koti neposredno iznad lijevaka i pristupi izradi oplate i armature za lijevke. U ovom slučaju betonira se kroz otvore u radnim podovima klizne oplate.

2. 2. Ćelije s pregradnim ravnim zidovima

Raspored ćelija po ovoj shemi (sl. 10) rjeđe se upotrebljava jer traži veći utrošak materijala. Ali kad se iz tehnoloških razloga zahtjeva veći kapacitet međućelija ili se traži velika visina objekta, tada je ovakav raspored ćelija vrlo podesan.



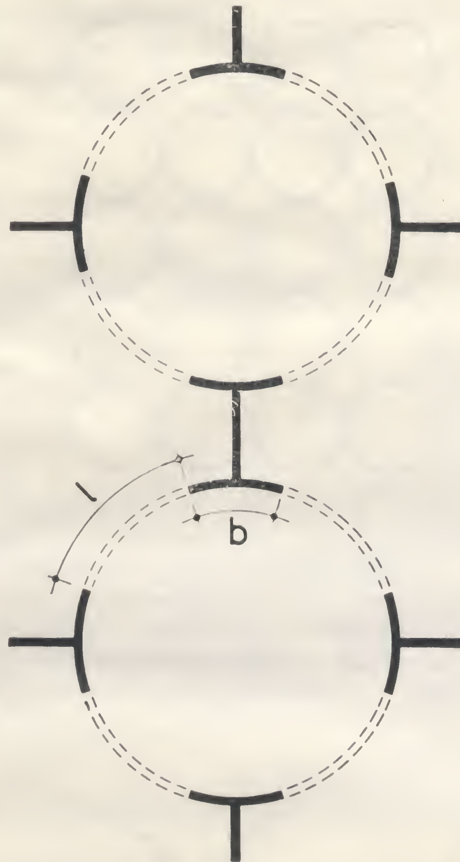
Sl. 10

U ovom slučaju javljaju se u podrumu (sl. 11) stupovi I presjeka koji imaju veliku krutost u oba smjera. Širina b pojasa stupa određuje se na osnovu potrebne nosivosti stupa, ili dopuštenog raspona l visokog nosača. Betoniranje podruma u kliznoj oplati kao i izrada lijevaka obavlja se na isti način kako je to opisano za ćelije bez pregradnih ravnih zidova.

3. Silosi s osmerokutnim ćelijama

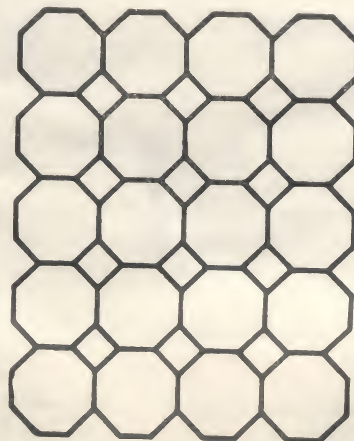
Osmerokutni oblik ćelija (sl. 12) ne nalazi veliku primjenu kod izgradnje silosa kao ostali oblici, iako ima dosta prednosti. Navest ćemo neke od njih:

— klizna oplata je ravna, a naročito je jednostavna oplata male kvadratne ćelije u odnosu na oplatu međućelije okruglog silosa;



Sl. 11

— manji su momenti savijanja negoli kvadratnih i šesterokutnih ćelija, jer je osmerokut po svojem obliku bliži kružnici;



Sl. 12

— u tehnološkom pogledu osmerokut ima prednost pred kvadratom i šesterokutom zbog malih ćelija koje su potrebne u silosu za prihvat manjih količina vlažnijeg žita ili druge nekvalitetne robe;

— stropna konstrukcija iznad ćelija, čije izvođenje u monolitnom betonu predstavlja poseban problem, može se riješiti s montažnim elementima jednostavnijeg oblika nego kod okruglih ćelija, a ako je silos manjeg kapaciteta i jedna se ćelija koristi za strojarnicu, montažno stubište mnogo je jednostavnije negoli kod strojarnice u okrugloj ćeliji;

— čelične šipke na koje se odupiru preše za dizanje klizne oplate ostaju sve u betonskim stijenkama i u podrumu te ih nije potrebno osiguravati na izvijanje, kao što je to slučaj kod svih ostalih oblika ćelija.

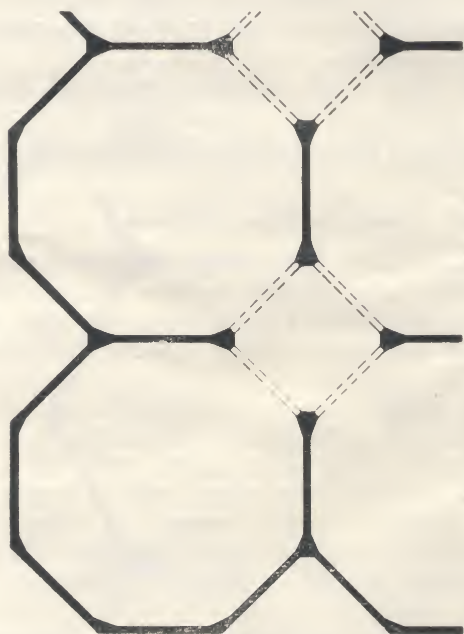
Glavni nedostatak silosa s osmerokutnim ćelijama je da i pored pojave samo minimalnih momenata savijanja u presjecima, zahtjevaju više armature od silosa s okruglim ćelijama.

Prema rasporedu unutarnjih zidova razlikuju se dva tlocrtna oblika podruma: s odvojenim srednjim zidovima i spojenim srednjim zidovima.

3. 1. Podrum s odvojenim srednjim zidovima

Tlocrt podruma prikazan je na sl. 13. Po svojem obliku ovac tlocrt vrlo je sličan tlocrtu podruma okruglih ćelija bez pregradnih zidova (sl. 7). Crtkane linije i ovdje označavaju rubove visokih nosača, čije će betoniranje u kliznoj oplati početi na visini punog presjeka ćelija.

Mali lijevci rade se na isti način kao kod silosa s okruglim ćelijama, prema sl. 8 i sl. 9, A. I veliki lijevci mogu se izvoditi prema sl. 8, samo se sidrenje lijevaka za stijenke ćelija mora izvršiti isključivo u bridovima ćelija.



Sl. 13

Lijevci velikih ćelija mogu se konstruktivno riješiti i na drugi način. Sl. 14 prikazuje izradu lijevaka pomoću ispune na roštilju od armirano-betonskih kontinuiranih nosača. Kod sva tri silosa prikazanih na sl. 2, 3 i 5 lijevci su izvedeni ispunom iznad križnih greda. Za ispunu mogu se upotrijebiti najraznovrsniji građevni materijali složeni u suho, kao: opeka, kamen, betonski šuplji blokovi, siporeks ili drugo.

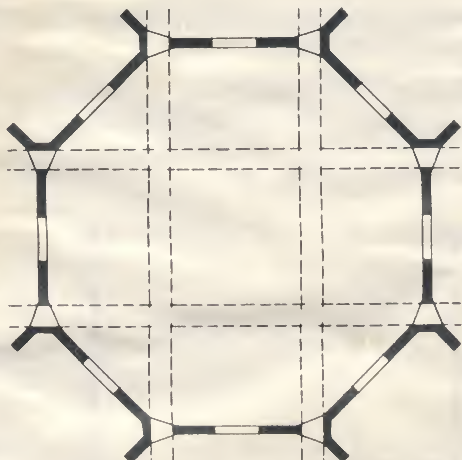


Sl. 14

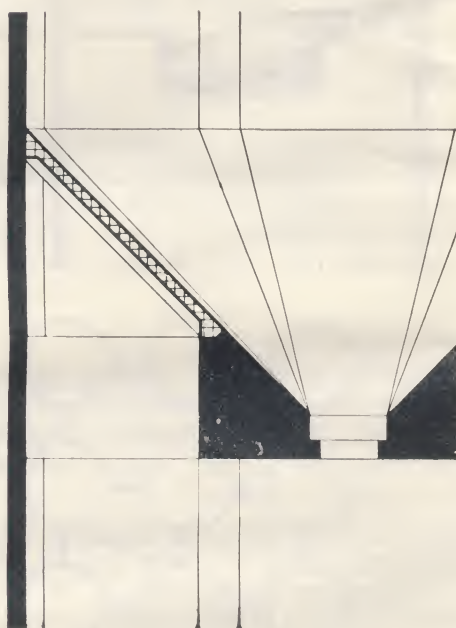
Ispunjavati se može i sa mršavim betonom od najrazličitijih agregata. Iznad ispune izrađuje se sloj kvalitetnijeg betona debljine 15 cm, čija se površina zaglađuje do crnog sjaja.

Roštilj kontinuiranih nosača ispune povezuje stijenke ćelija i povećava krutost cjelokupnog sistema. Da bi međusobna povezanost nosive konstrukcije lijevaka bila veća, kod betoniranja u kliznoj oplati ostavljaju se u zidovima ćelija otvori i za vezu križno-armiranih ploča lijevaka i stijenki kao i zbog kontinuiteta susjednih ploča (sl. 15). Ovom originalnom konstrukcijom lijevaka ispuna se smanjuje za cca 40% u odnosu na ispunu na armirano-betonskoj ploči s ravnim podgledom. Ipak, njena težina u ovom slučaju iznosi oko 6,5% od vlastite težine objekta i korisnog tereta, pa se često može postaviti pitanje opravdanosti izvođenja lijevaka pomoću teške ispune.

Lijevci se mogu izraditi i u kombinaciji monolitne i montažne konstrukcije (sl. 16). Na monolitne križne kontinuirane grede polaže se u svakoj ćeliji osam montažnih trapezastih ploča. Ploče se izrađuju u podrumu, a montiraju se kroz otvore između križnih nosača. Međusobni sastav ploča kao i



Sl. 15



Sl. 16



Sl. 17

njihov spoj s nosačima ili stijenkama je običan sučeljak. Razmaci između susjednih montažnih elemenata koji se predviđaju zbog netačnosti u izvođenju, ispunjavaju se cementnim malterom (sl. 17).

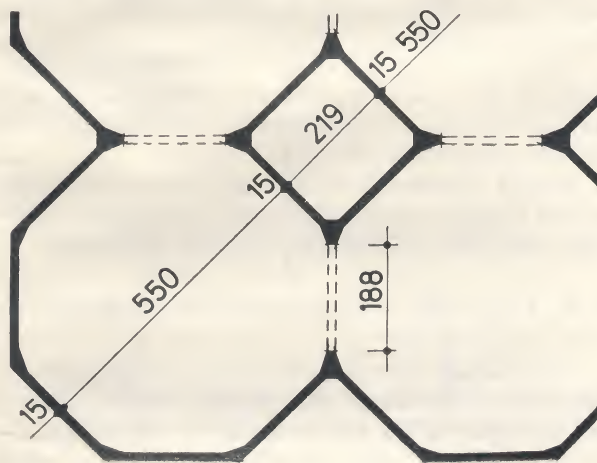
Koji će se način izrade lijevaka primjeniti od predložena tri, treba da u svakom pojedinom slučaju odluči ekonomska usporedba varijanata.

3. 2. Podrum sa spojenim srednjim zidovima

Spojeni srednji zidovi podruma, za razliku od odvojenih srednjih zidova, nastanu, ako se stijenke kvadratnih ćelija spuste do temeljne ploče (sl. 18). Uslijed velike krutosti srednjih zidova složenog presjeka, beton se može izvoditi slabije marke negoli kod odvojenih zidova, kojih je visina zbog velike vitkosti ograničena na 4,0 m.

Osvjetljenje podruma dnevnim svijetlom kao i mogućnost komuniciranja bolje su nego kod podruma s odvojenim zidovima.

Lijevci velikih ćelija mogu se izraditi na isti način kako je to opisano u prethodnom poglavlju



Sl. 18

(3. 1.). Pražnjenje uskladištenog materijala u malim ćelijama obavlja se s ekscentrično postavljenim izlaznim zasunom u kutu, pa je jednostrane nagibe lijevaka prema ovom izlazu najbolje izvesti s ispunom. U ovom slučaju se za ispunu može upotrijebiti i šljunak.

Kod veće visine izlaznog zasuna od temeljne ploče, umjesto ispune izrađuje se križno-armirana kosa ploča. Otvori se ležaje ove ploče ostavljaju se u kliznoj oplati za vrijeme betoniranja zidova.

4. Silosi s šesterokutnim ćelijama

Saćaste ćelije uz najmanji opseg imaju najveću površinu. To je poznato svojstvo šesterokuta. Pored toga šesterokutni silosi imaju vrlo lijep izgled, pa je u posljednje vrijeme njihova primjena sve češća.

Dok se s gledišta tehnološkog procesa, u ovakvom objektu, može postaviti zamjerka da kod šesterokutnih silosa nema malih ćelija za prihvat manjih količina nekvalitetne robe, u pogledu troškova strojne i elektro-opreme za jednu ćeliju, samo silosi s ćelijama jednakog kapaciteta imaju opravdanje, jer su ovi troškovi jednaki za veliku i malu ćeliju.

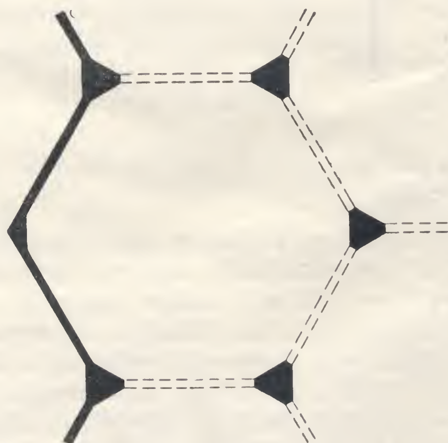
Šesterokutni silosi imaju neparan broj redova ćelija. Obično se rade s tri i pet redova. Tlocrt jed-

ne grupe sastavljene od tri reda ćelija, prikazan je na sl. 19. Završetak baterije prema strojarnici izvodi se sa pola srednje ćelije, zbog izravnavanja srednjeg zida s zidovima vanjskih ćelija. Da bi se smanjili momenti savijanja u vanjskom zidu polućelije, umeće se poprečni pregradni zid koji ovaj prostor dijeli na dva jednaka dijela.



Sl. 19

Sl. 20 prikazuje djelomičan tlocrt podruma. Vanjski zidovi idu od temeljne ploče, a unutarnji od ploče lijevaka. Stupovi se betoniraju u kliznoj oplati paralelno s vanjskim zidovima. Imaju oblik trokuta s odsječenim vrhovima. Ovaj oblik kao i dimenzije diktirane su oblikom vute na sastavu triju stijenki. Može se poći i obratnim putem, da se na osnovu vertikalnog optrećenja najprije odredi potrebna površina trokutastog stupa i da se s ovakvim dimenzijama predvidi i vuta. Ove veličine moraju biti, iz razumljivih razloga, iste. Trokutasti stup s odsječenim vrhovima ima veću površinu i krutost od okruglog stupa upisanog u površinu vute, koji se u većini slučajeva izvodi kod uobičajenih tlocrta podruma s početkom betoniranja stijenki ćelija u kliznoj oplati iznad lijevaka.



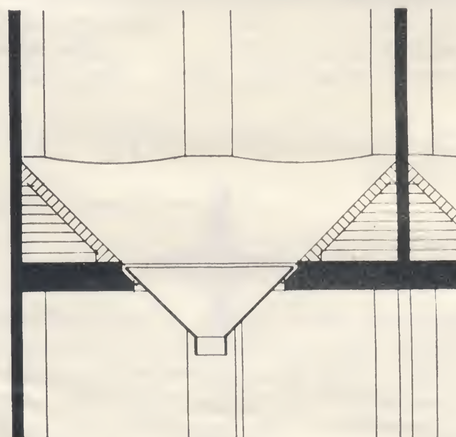
Sl. 20

Umjesto pojedinačnih stupova, kod većih visina ćelija i većeg opterećenja — po dva stupa mogu se međusobno spojiti zidom. Betoniranje ovakvog zida s pojačanim krajevima obavlja se s manje rizika za kvalitet betona zbog većeg poprečnog presjeka nosivog elementa. Jedan tlocrt podruma s ovakvim zidovima prikazan je na sl. 21.



Sl. 21

Lijevci se rade kad je potpuno završeno betoniranje ćelija. Zbog podesnosti njihove konstrukcije i oblika, mogu se izraditi i poslije dovršenja ploče iznad ćelija. Poprečni presjek kroz lijevak vidi se na sl. 22. Konstrukcija se sastoji iz perforirane armirano betonske ravne ploče, ispune i čeličnog završetka. Ploča se jednim dijelom oslanja na podrumske zidove a drugim dijelom je obješena za visokostijene nosače, ili kod srednjih ćelija — po cijelom svom opsegu visi na zidovima.



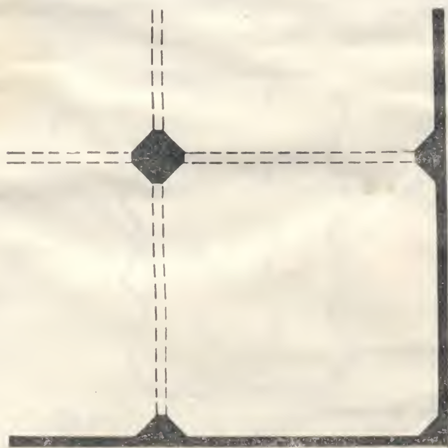
Sl. 22

Detalji oslanjanja ploče na zidove podruma slični su onima kod osmerokutnih ćelija (sl. 15). Dimenzije i broj otvora u zidovima po opsegu ploče, određuju se prema dopuštenim smičućim naponima betona.

Vješanje ploča za visoke nosače obavlja se na isti način kako je to opisano za lijevke malih ćelija okruglih silosa (sl. 9, A) s razlikom, da ovdje na jednom nosaču vise po dvije ploče.

Ispuna se polaže odozdo kroz okrugli otvor u ploči, jednako kao što se obavlja i betoniranje sa-

me ploče. Poslije izrade završnog sloja ispune, postavlja se čelični lijevak, koji se zbog lakše montaže sastoji iz triju dijelova. Nakon uvlačenja odozdo, obavlja se spajanje elemenata zavarivanjem duž triju izvodnica krnjeg stošca.



Sl. 23

5. Silosi s četvrtastim ćelijama

Primjena silosa s četvrtastim ćelijama gotovo je isto tako česta kao i okruglih silosa, iako zahtjevaju nešto više armature i betona po m^3 skladišnog prostora. Budući se u stijenkama javljaju znatni momenti savijanja, površina kvadratne ćelije ograničena je na cca 16 m^2, te su i kapaciteti ovih ćelija manji od uobičajenih kapaciteta kružnih, osmerokutnih i šesterokutnih ćelija. Ovo se danas smatra kao prednost, jer u silos vrlo često dolazi neobrađena roba, pa je mogućnost kvarenja manja, kao i štete koje nastaju uslijed eventualnog kvarenja.

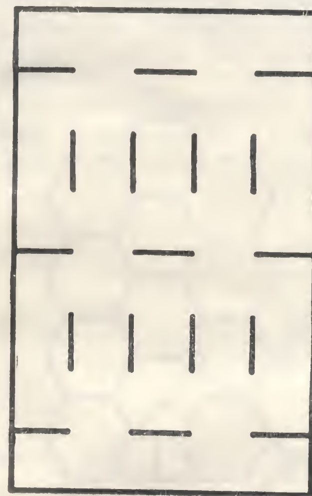


Sl. 24

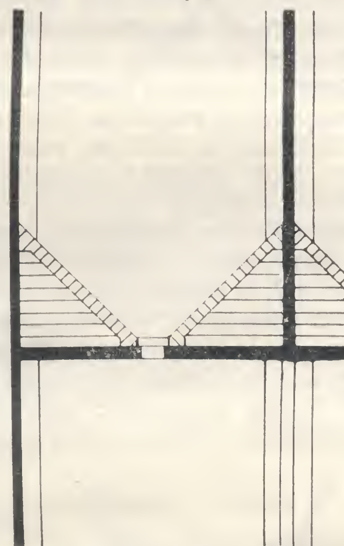
Stupovi podruma betoniraju se u kliznoj oplati zajedno s vanjskim zidovima (sl. 23). I ovdje je oblik stupa, zbog kontinuiranog izvođenja, diktiran oblikom vuta i debljinom stijenki. Kod vuta, koje idu pod kutem od 45^0, stup ima oblik nepravilnog osmerokuta (kvadrata s odsječenim vrhovima, sl. 23). Kod vuta, pod blažim nagibom, stupovi podruma imaju oblik kao na sl. 24.

Rijetko je kad potrebno po dva stupa međusobno spojiti zidom. Ako se to ipak mora učiniti zbog velikog vertikalnog i horizontalnog opterećenja, zidovi se postavljaju u dva smjera (sl. 25).

Lijevci se izrađuju na jedan od opisanih načina. Ili pomoću ispune na križnim nosačima kao kod osmerokutnih ćelija, ili u kombinaciji ispune na ravnoj ploči i čeličnog završetka kao kod šesterokutnih ćelija. Kod silosa s manjim ćelijama, ispuna se izvodi na ravnoj ploči (sl. 26).



Sl. 25

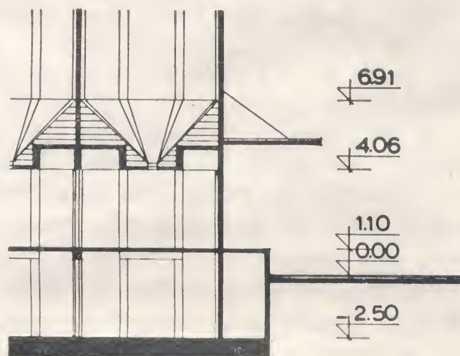


Sl. 26

6. Stropna konstrukcija između lijevaka i temelja

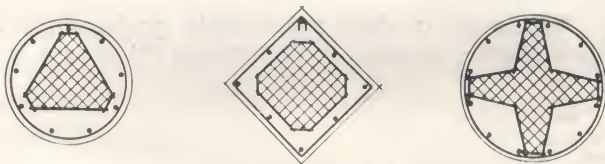
Građenje silosa s kliznom oplatom od temeljne ploče može se primijeniti i kad se između lijevaka i temelja predviđa pod u nivou rampe (sl. 27). Izgradnja ovog poda, kao skladišta za rasutu robu, rijetko ima svoje ekonomsko opravdanje zbog povećanih troškova građenja, teške manipulacije u eksploataciji i relativno malog korisnog skladišnog prostora. Ako se ipak izvodi, obično se namjenjuje za skladištenje naročito kvalitetne uvrećene robe.

Kao i izrada lijevaka, i ova stropna konstrukcija radi se naknadno. U većini slučajeva to je križnoarmirana ploča. Kod kvadratnih ćelija može se primijeniti i pečurkasti strop ako se u podrumu izvode samo pojedinačni stupovi.



Sl. 27

Otvori u zidovima za ležaje stropne ploče istih su tlocrtnih dimenzija kao kod ploča lijevaka. Ležaji greda ili pečurki na stupovima dobiju se povećanjem poprečnog presjeka u kliznoj oplati izvedenih stupova (sl. 28).



Sl. 28

7. Zaključak

Prikazana su tlocrtna rješenja podruma s konstrukcijama lijevaka koje odgovaraju pojedinom geometrijskom obliku ćelija. Mogu se, međutim, činiti i različite kombinacije. Kod okruglih i osmerokutnih ćelija dobro je također primijeniti lijevak s ravnom pločom i čeličnim završetkom, jer se korištenjem slobodnog otvora u ploči izbjegava dosta neugodno spuštanje betona kroz već izvedene ćelije, kao i eventualno prekidanje dizanja oplate zbog izrade lijevaka.

Zbog racionanlosti građenja, u novije vrijeme pomoću klizne oplate rade se najrazličitije vrste objekata. Neke se konstrukcije i specijalno projektiraju za primjenu ovakvog načina izgradnje, na primjer: visoki dimnjaci, televizijski tornjevi, stambeni soliteri ili samo jezgre solitera, rashladni tornjevi, visoke brane, plaštevi nuklearnih reaktora, vodotornjevi, stupovi vijadukata i sl. Silosi su, međutim, objekti gdje je primjena klizne oplate najveća. Zato treba prema iznešenim koncepcijama projektiranja podruma i lijevaka tražiti mogućnosti još boljih rješenja.

LITERATURA

1. Đorđević M. Ž.: Izgradnja silosa po novom sistemu klizajuće oplate. Naše građevinarstvo 1960, br. 1.

2. Sahnovski K. V.: Armirano betonsko konstrukcije. Prijevod, Građevinska knjiga, Beograd, 1962. godine.

PROJEKT HIDROELEKTRANE BANJA LUKA NA VRBASU

Ing. Stjepan Mikulec i Ing. Momčilo Mitrinović, Energoinvest, Sarajevo

Uvod

Izučavanje vodnog potencijala Vrbasa počelo je intenzivnije u Sarajevu 1946. godine. No korištenje njegovih vodnih snaga počelo je još početkom ovog vijeka, kada su Austrijanci izgradili hidroelektranu Jajce (8 MW), koristeći pad Plive od Velikog Jezera do grada Jajca u visini od 74 m. Ova centrala radila je do 1957, kada je puštena u pogon nova — za korištenje voda Plive na padu od 99 m — HE Jajce I (50 MW). Prije toga, 1954. bila je puštena u pogon HE Jajce II (28 MW), 16 km nizvodno od Jajca. Prva koncepcija kompleksnog korištenja Vrbasa i pritoka u energetske svrhe, vodeći računa o drugim vodoprivrednim faktorima, postavljena je u osnovnom projektu, koji je bio dovršen u Energoinvestu 1953. godine. Ova koncepcija je kasnije dopunjavana a naročito je intenzivno proučavan kanjonski potez Vrbasa nizvodno od HE Jajce II, koji i pruža najpovoljnije mogućnosti izbora varijanti. Dolinom prolazi samo automobilski put, a pruga, koju su Austrijanci počeli graditi još 1913. godine, nije nikad izgrađena i vjerojatno neće ni biti skoro uzeta u razmatranje. Nizvodno od grada Banjaluke, dolina Vrbasa se širi, pad smanjuje i ovaj potez je manje ekonomičan za korištenje. Po prvobitnoj koncepciji, bilo je predviđeno korištenje kanjonskog poteza, koji ima pad od oko 120 m, u 4 pribranske stepenice. Kasnije, tokom 1960. bila je usvojena koncepcija sa 2 stepenice, kombiniranog tipa. (HE Bočac i HE Banja Luka — niska).

Međutim, kako je vodoprivredna problematika dobila svoje pravo mjesto u razmatranju i planiranju budućeg privrednog razvoja u republici, i dalje u zemlji, sve više se probijala na prvo mjesto ideja, da postojeće mogućnosti za oformljenje akumulacija na Vrbasu treba do maksimuma iskoristiti. One nisu sve potrebne za izravnanje voda

na samom Vrbasu, nego treba da omoguće da se smanji ljetni deficit voda u perspektivi, koji se javlja zbog nedostatka mogućnosti potrebnih akumuliranja voda na ostalim bosanskim vodotocima koji se ulivaju u Savu. Niti Una, niti Bosni a niti Drina ne pružaju prirodne uslove koji bi omogućili da se izvrši godišnje izravnanje voda. Prema tome mogućnost inverzije na Vrbasu može znatno popraviti ove nedostatke. Naročito na Savi, jer se vode Vrbasa slijevaju u nju, relativno dosta daleko uzvodno.

Ova ideja konkretizirana je posljednjih mjeseci, kada se koncekcija s rješenjem cijelog pada u jednoj stepenici počela intenzivno proučavati. Ona je na kraju predložena u idejnom projektu HE Banjaluka — visoka stepenica. Projekt je prihvaćen na reviziji u julu 1964. godine. Uspoređenje je bilo to lakše sprovesti, jer su postojali idejni projekti za ranije rješenje sa 2 stepenice. Pokazalo se da jednostepeno rješenje ne samo da ima znatne vodoprivredne prednosti nego je i znatno ekonomičnije.

Osnovne koncepcije postrojenja

Prema konačno usvojenom rješenju iskorištenje 50 km dugog poteza Vrbasa nizvodno od HE Jajce II do Novoselije kod Banjaluke, predviđeno je da se iskoristi kombiniranim akumulaciono-derivacionim postrojenjem. U kanjonu zvanom Tjesno, po projektu je locirana lučna brana ukupne građevinske visne 119 m, a tunelom dužine 2,24 km. Sprovodi se 180 m³/s vode do podzemne strojarnice kod potoka Vranovina, odakle će se voda ispuštati odvodnim tunelom dužine 430 m u korita Vrbasa. Produbljivanjem korita do 2 m na dužini od 2,2 km postiže se ukupno korištenje pada od bruto 113 m. Usporavanjem vode potapa se 40,6 km postojećeg automobilskog puta i neke veze sa selima u dužini od 4 km.

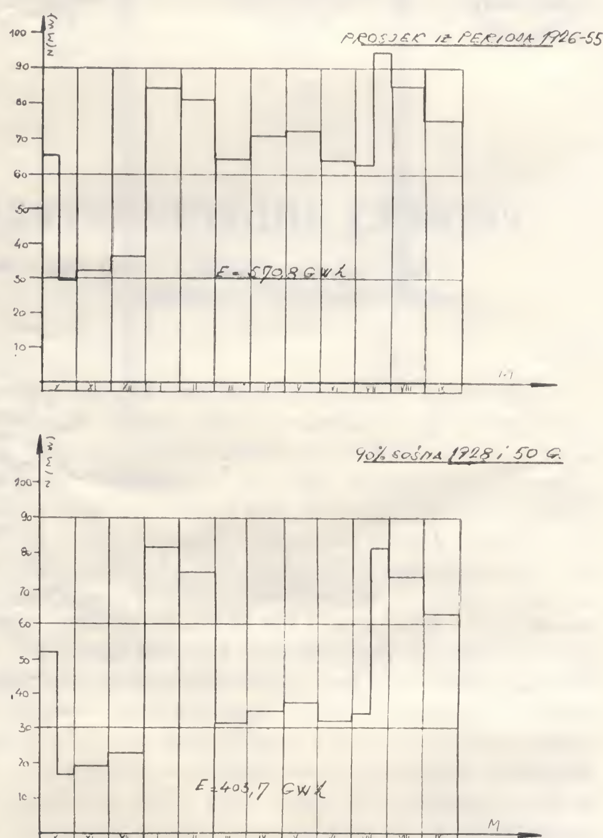
Hidrološke i energetske karakteristike postrojenja

Na osnovu dugogodišnjih (30 god.) osmatranja u Banjaluci, srednji proticaj Vrbasa u profilu brane iznosi na bazi korelacije 87,0 m³/s. Režim Vrbasa prilično je neujednačen. Uzvodno za sada ne postoje akumulacije za izravnanje proticaja. Akumulacija na Plivi, koja se perspektivno predviđa sa 460 h/m³ korisne zapremine za sadašnje ekonomske kriterije je još veoma skupa. Akumulacije na toku Vrbasa uzvodno od Jajca nisu još rentabilne, jer je Qsr mali a potapanje, zbog pruge i ceste, skupo. Minimalni proticaji kreću se na nivou 20—25 m³/s a nekada su i manji zbog uticaja vršnog rada uzvodne HE Jajce II. Hiljadugodišnja velika voda je na osnovu računa vjerojatnoće ocjenjena za 2050 m³/s. Prema veličini sliva od 4064 km² do istog mjesta, to je relativno mala količna, ali realna, jer imamo iskustva prilikom dosadašnje eksploatacije uzvodnih hidroelektrana. Prosječne padavine iznose 1300 mm, a koeficijent oticaja iznosi 0,51.

Podizanjem predviđene brane stvara se ukupni jezerski prostor od 691 x 10^6 m³, od čega je 610 h/m³ korisna zapremina, uz korištenje prostora do kote 224,0 m n. m. odnosno izvođenjem denivelacije u visini do 55,8 m. Prema tome korisna zapremina iznosi 22,3% od srednjeg godišnjeg volumena vode u profilu. Pri izabratom instaliranom proticaju uz primjenu 3 Francis turbine postiže se maks. snaga od 143 MW. Korištenjem akumulacije prirodni se srednji ljetni proticaj (od 1. VI do 31. X) povećava sa 58,7 m³/s na 100 m³/s, a zimski (od 1. XI do 31. V) se smanjuje od 107,0 m³/s na 77,5 m³/s. To omogućava blagu inverziju proizvodnje ljeti, jer se u 5 ljetnih mjeseci može proizvesti ista količina energije kao u 7 zimskih, tj. po 270 GWH odnosno ukupno 540 GWH.

U I etapi izgradnje, sa samo 2 agregata, proizvodnja se povećava na 570 GWH zbog manjeg korištenja bazena. Veličina akumulacije omogućava mjesečno korištenje prema potrebi, i zbog toga ovo rješenje ima velike prednosti pred ranijim s niskim stepenicama. To je naročito važno zbog kritičnih jesenjih i zimskih mjeseci, kada se obično javljaju znatni deficiti. S obzirom na blizinu ove akumulacije potrošačkim centrima, to je od velike važnosti.

Uzimajući u obzir neizravnatu proizvodnju u toku godine, možemo iz priloženog dijagrama vi-



Sl 1: Dijagram proizvodnje postrojenja

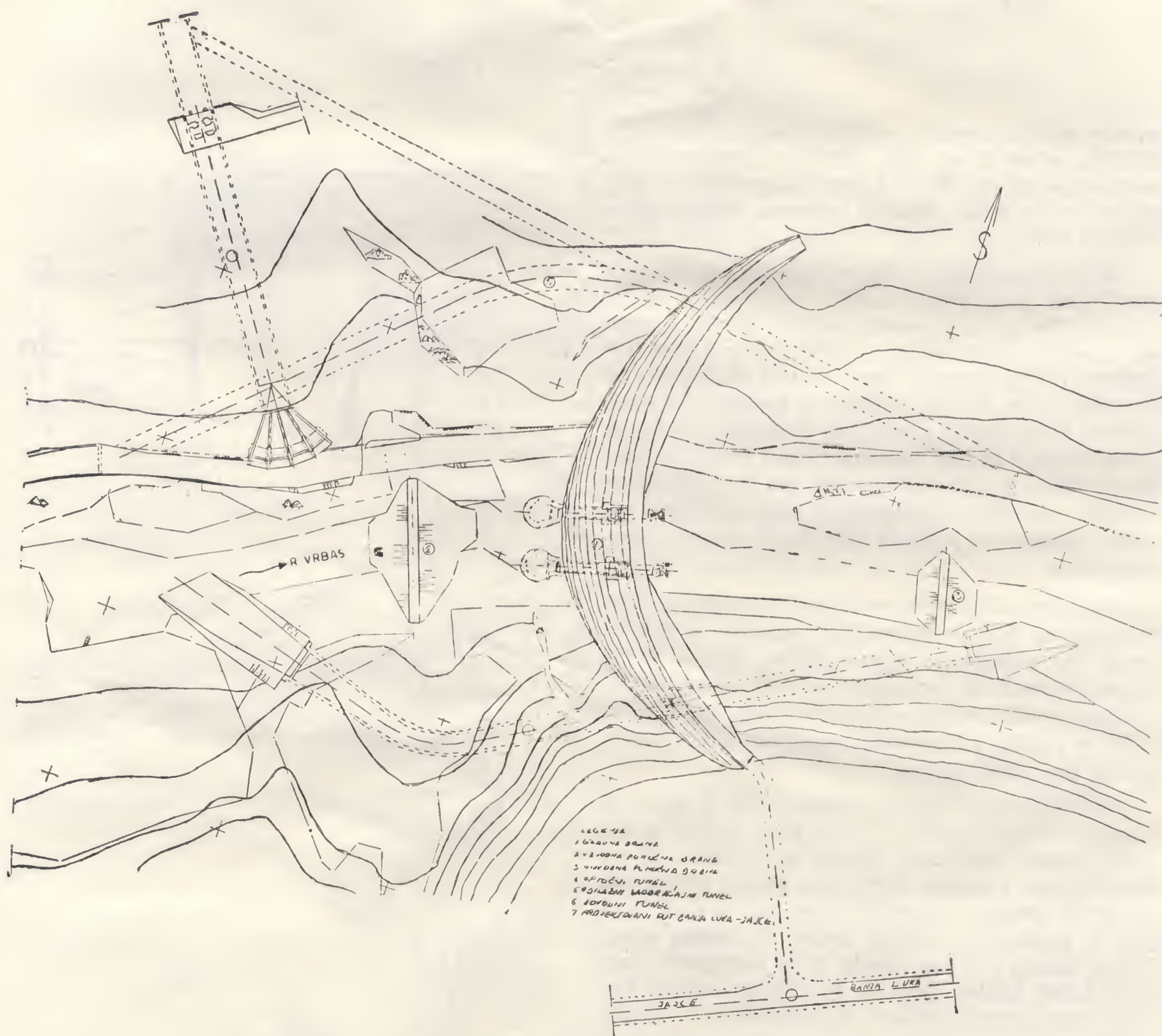
djeti da se u srednjoj godini postiže izgradnjom ove stepenice dobro izravnanje na Vrbasu i znatno se podiže kvalitet sistema.

Povećanje ekstremnih minimuma na ušću Vrbasa u Savu od 30 na 100 m^3/s je veoma povoljno za plovidbu, a odrazit će se i na proizvodnji HE Đerdap, što nije uzeto u obzir pri proračunu rentabiliteta. Poboljšat će se i uslovi za poljoprivredu u Lijevče polju, jer se zimski proticaji smanjuju, veliki gotovo eliminiraju, a niski povećavaju i povoljno odražavaju na nivo podzemne vode.

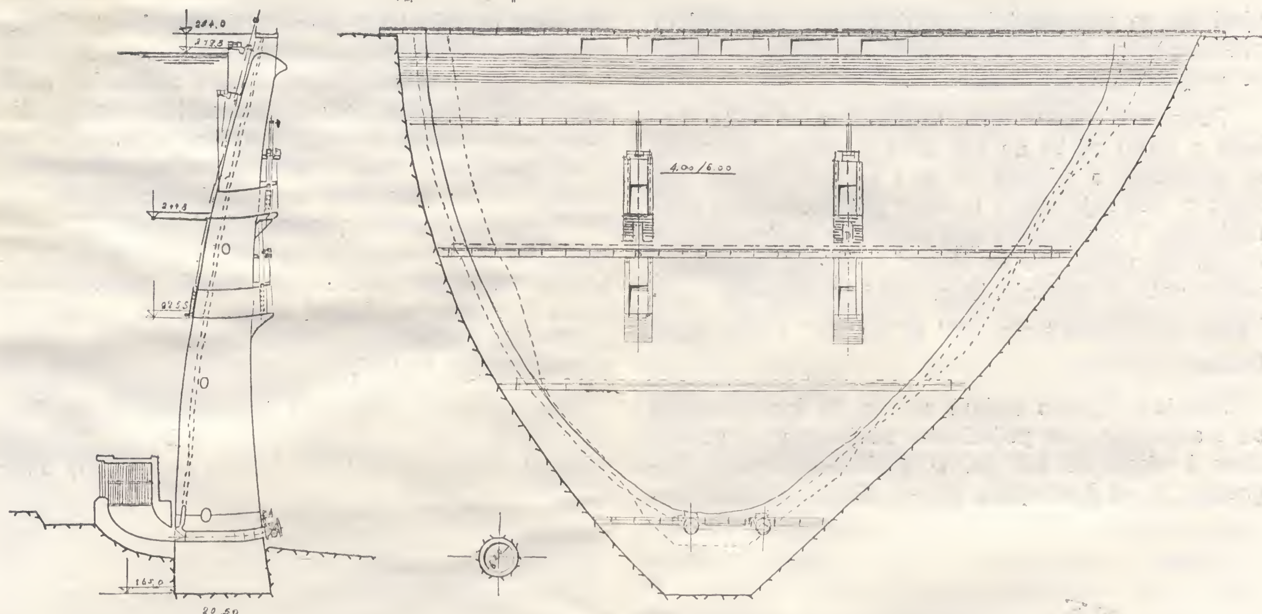
Brana

Kanjom Tjesno nalazi se cca 10 km uzvodno od Banjaluke. Na pojedinim odsjecima je veoma strm i visok do 200 m. U geološkom smislu izgrađen je od krečnjaka Jure i Krede. Oni su povoljnijih geotehničkih karakteristika, jedri i kompaktni. Postojeće pukotine idu uglavnom upravno na os rijeke a proslojaka gotovo i nema. Do sada sprovedeni istražni radovi pokazali su da karstifikacija ne dopire duboko. Izvršena mjerenja modula elastičnosti dala su vrijednosti od 300 do 400 t/cm^2, dok se dinamički moduli kreću od 600 do 900 t/cm^2. Prema tome, topografski i geološki uslovi veoma su povoljni za izgradnju visoke brane u odnosu na druge profile u zemlji. Na mjestu brane širina kanjona po dužini krune iznosi svega 179 m. Prema tome odnos visine brane prema dužini u kruni iznosi 1 : 1,57.

Ove povoljne okolnosti iskorištene su za formiranje jedne vitke lučne brane ($\frac{b}{H}$ = 0,17) dvo-



Sl. 2: Situacija brane s objektima



Sl. 3: Brana »Tjesno« — presjeci

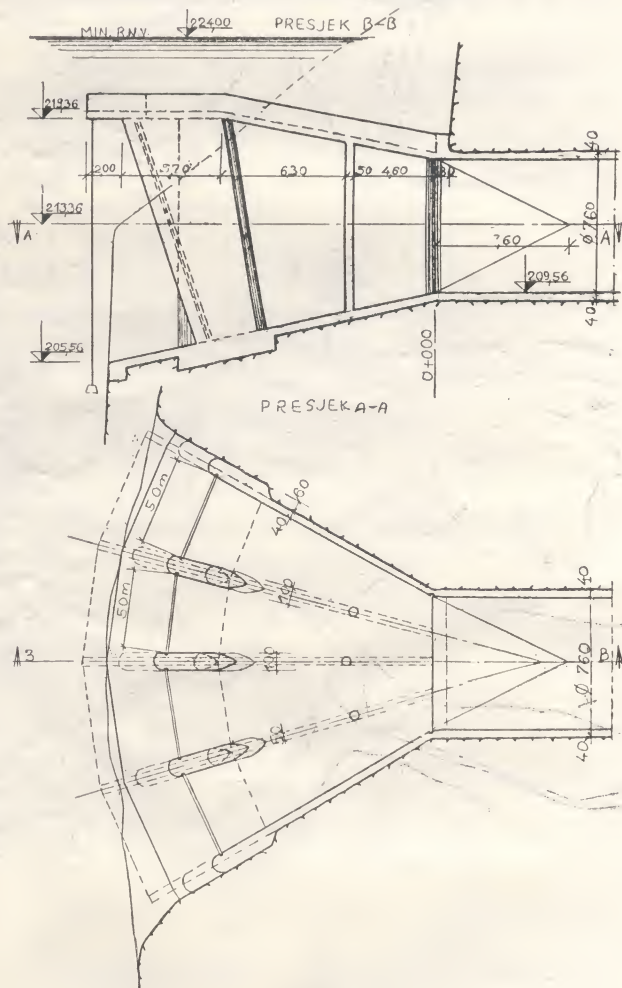
struke zakrivljenosti s približno konstantnim centralnim ulogom od oko 100° i s promjenljivim radijusima od 50—90 m. Lukovi su predviđeni promjenljive debljine. Ukupni volumen betona iznosi 165.000 m³.

Kao najpovoljniji način evakuacije velikih voda predviđen je u ovom slučaju kombiniran, preko krune (5%) iz sigurnosnih razloga, preko 4 srednja ispusta u tijelu brane (80%) i kroz 2 temeljna ispusta (17%). Prema tome postoji mala rezerva. Ovakav način bio je izabran iz razloga jer omogućava jednostavno parcijalno punjenje i puštanje postrojenja u pogon prije dovršenja brane do krune. S druge strane, nije opasno, jer je u optočnom tunelu predviđen dinamit-čep, koji za slučaj potrebe omogućava prisilno pražnjenje jezera u kraćem roku.

Uzvodne i nizvodne pomoćne brane predviđene su nasutog tipa, s betonskim jezgrom, a optočni tunel ima presjek od 6 m i dužinu 200 m. Ovim organima može se propuštati za vrijeme građenja godišnja velika voda do 260 m³/s. Preko toga, predviđa se preliv, s posebnim osiguranjem nizvodnih nožica pomoćnih brana.

Kako dolinom Vrbasa prolazi put, i kako će njegovo premještanje na novu kotu trajati za cijelo vrijeme izgradnje brane, predviđena je na lijevoj obali tunelska devijacija dužine 270 m, da se ne bi ometali radovi na izgradnji brane. Novi put će prolaziti u profilu brane na desnoj obali, i to u tunelu i iz tog tunela će se odvojkom moći prići kruni brane. Time će se potpuno izbjeći kolizija raznovrsnih radova u pregradnom profilu.

Ukupna dužina svih injekcionih bušotina na zavjesi i konsolidaciji iznosi 13.000 m.



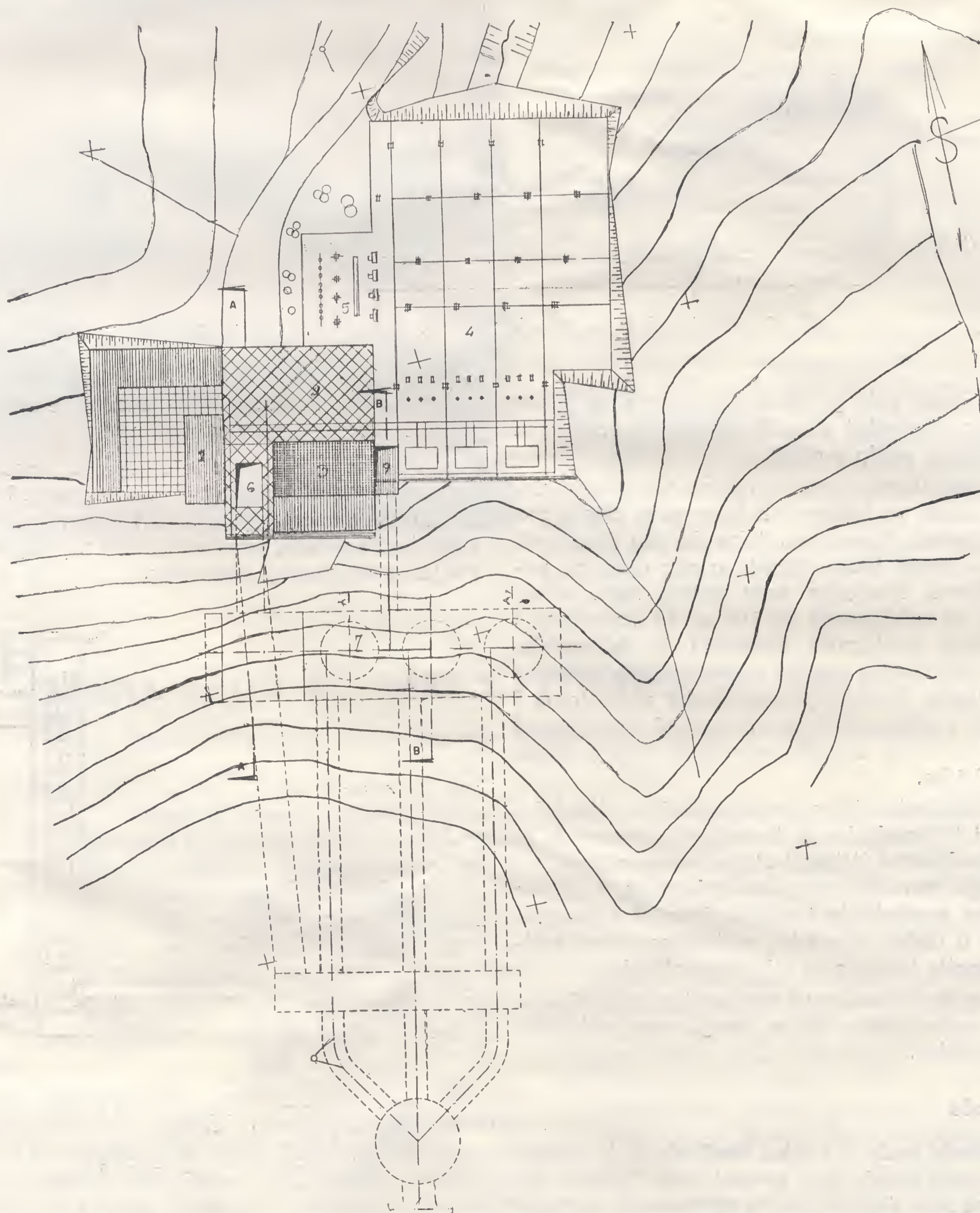
Sl. 4: Ulazna građevina dovodnog tunela

Dovodni organi i strojarnica

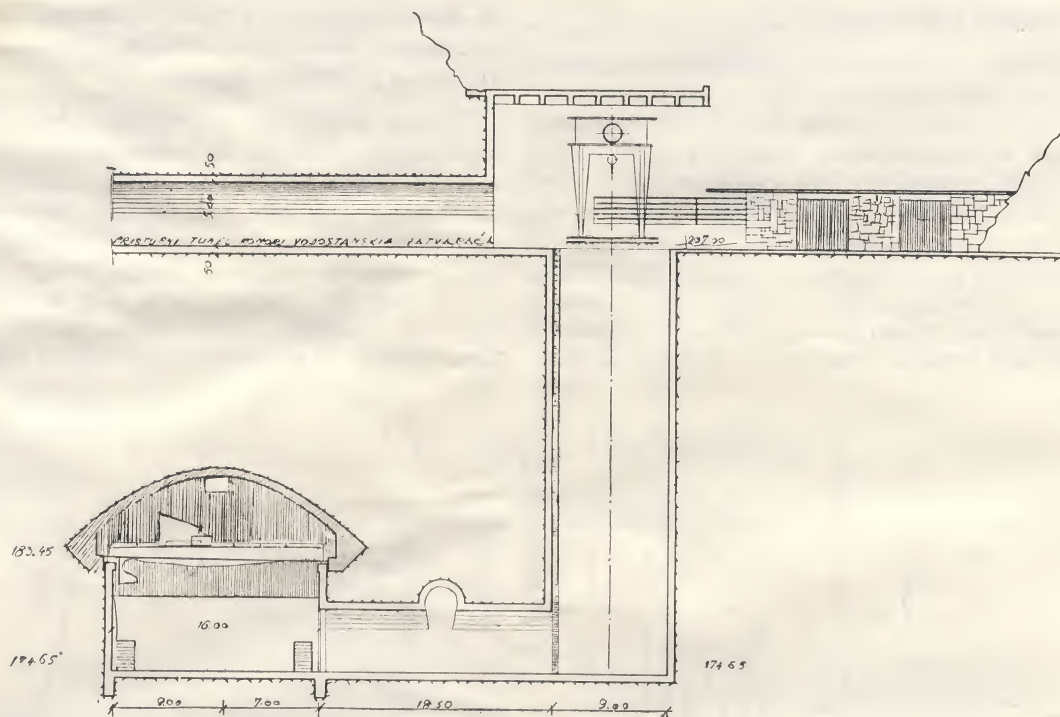
S obzirom da se željelo iskoristiti raspoloživi pad do pregrađa Banjaluke, to je bilo potrebno predvidjeti izgradnju tlačnog tunela. Prirodni uslovi, kako u topografskom tako i u geološkom smislu su bili veoma povoljni na lijevoj obali. To je bilo važno, jer ekonomski presjek tunela iznosi 7,60 m.

Masiv kojim prolazi tunel pripada jurskim krečnjacima i dolomitima koji su vrlo jedri i kompaktni. Na žalost ovako povoljni geološki elementi nestaju kod potoka Vranovina i javljaju se flišne serije uz dolinu Vrbasa. Zbog toga je strojarnica morala biti odmaknuta više u brdo, što je tražilo da se podzemno izgradi.

Ulazna građevina predviđena je suvremene konstrukcije, koje su se počele primjenjivati posljednjih godina. Ulazni lijevak ima pokrovnu ploču isturenu i na njoj visi čelična užad zategnuta betonskim utezima, što predstavlja grubu rešetku. Fina rešetka je smještena dublje i nagnuta prema tunelu pod 70^0. Na taj način otpada potreba za čistilicom. Čišćenje rešetke od mulja, lebdećeg nanosa, obavljat će se prilikom zatvaranja turbina, jer



Sl. 5: Situacija strojarnice s objektima: 1) skladište, 2) radionice, 3) upravna zgrada, 4) RP 110 KV, 5) RP 35 KV, 6) montažni otvor, 7) strojarnica, 8) plato, 9) pristupno okno



Sl. 6: Strojarnica — presjek A—A (kroz okno za montažu)

kod povratnog vala prilikom zatvaranja on spada sa rešetke. Smještaj ulaznih zatvarača predviđen je na klasičan način u oknu.

Da bi se tlačne cijevi svele na što manju dužinu vodostan je lociran na isturenom dijelu padine uz potok Vranovinu, tako da mu je gornja komora u stvari bazen formiran oko okna na površini terena. Rasjedna zona prema flišu nalazi se svega na udaljenosti od 100 m od vodostana i za smještaj strojarnice korištena je dolomitska sredina. Ekonomske analize su pokazale da je smještaj komande, trafoćelija, razvodnog postrojenja i pomoćnih pogona jeftiniji na padini brda iznad strojarnice, zbog njenih povoljnih topografskih karakteristika.

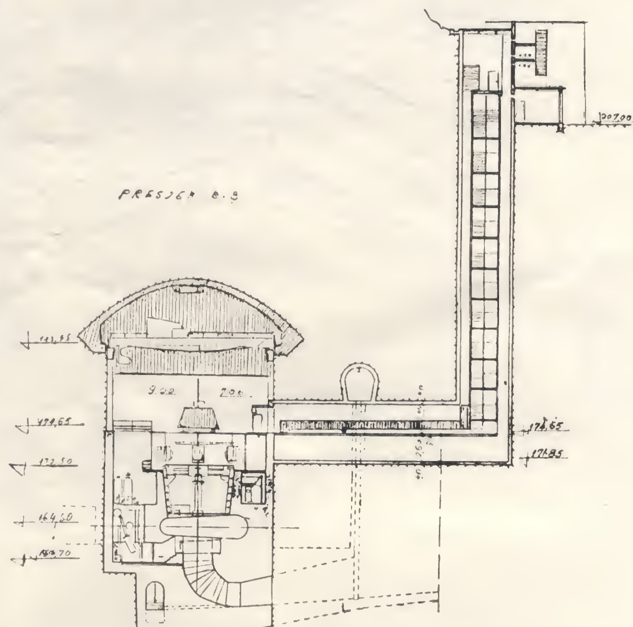
Veza sa strojarnicom predviđena je vertikalnim oknima, i to posebnim za transport opreme s kranom i posebnim s liftom i stepenicama za saobraćaj osoblja. Povoljne veze omogućene su sa platoa razvodnog postrojenja i prema komori zatvarača na ulazu u tlačne cijevi iza vodostana. Zbog velikih dimenzija izbrane su tri tlačne cijevi.

Pristup do platoa iznad strojarnice predviđen je krakom ceste dužine 550 m, sa glavnog puta Banjaluka—Jajce.

Odvod vode

Ispuštanje vode u rijeku predviđeno je putem gravitacionog tunela koji prolazi kroz flišolike serije. To se nije dalo izbjeći iz spomenutih razloga. Izabrana je nizvodna trasa koja izgleda povoljnija iz geotehničkih razloga. S obzirom na velike oscilacije vode u koritu Vrbasa, morat će se još razmotriti pitanje donjeg vodostana.

Da bi se pad što bolje iskoristio, proučena je mogućnost produbljavanja korita Vrbasa. Ekonomske analize su pokazale da ovi radovi snizuju investicioni količnik, pa su uključeni u program. Materijal u koritu nije stjenovit.



Sl. 7: Strojarnica — presjek B—B (kroz pristupno okno komandi)



Sl. 8: Fotografija buduće brane »Tjesno«

Potapanja u akumulacionom prostoru

Najveće troškove izaziva potreba premještanja postojećeg puta i njegovih veza iz doline Vrbasa na padine. Oni iznose oko 40% svih građevinskih radova. Željelo se međutim da turistički interesantna područja Vrbasa ostaju i dalje otvorena, pa se predviđa da novi put prati buduće jezero. Iz geoloških i topografskih razloga put će na dva mjesta prelaziti Vrbas, pa je potrebno izgraditi 2 mosta raspona po 160 m.

Površine koje se potapaju iznose 1720 ha, ali ipak štete nisu velike, jer područje nije industrijski razvijeno, a poljoprivreda nema većih područja. Šuma ima malo, tako da se potapaju većim dijelom šikare. U nekoliko manjih naselja tope se 252 zgrade stanbene i poslovne, s 393 gospodarske zgrade, 3 škole, 2 ambulante itd. Ukupni troškovi eksproprijacija po tržnim cijenama iznose oko 8% od građevinskih radova ili 5% od svih investicija.

Rok izgradnje postrojenja ocijenjen je sa 4 godine, a kako se tunel i strojarnica mogu i ranije završiti, predviđa se parcijalno puštanje u pogon prije potpunog dovršenja brane. Isto tako predviđa se u I etapi instaliranje samo 2 agregata.

Postojeće dobre cestovne saobraćajnice pogoduju izgradnji, tako da nema potrebe za velikim pripremnim radovima. Isto tako pogoduje i blizina grada — Banjaluke. Investicioni količnik I etape iznosi 42,7 Din/kwh, a za konačnu izgradnju 47,7 Din/kwh. Na građevinske radove otpada 63% troškova, opremu 29%, dok ostali troškovi iznose svega 9%. S obzirom na povoljne uslove, ima nade da će se s izgradnjom ovoga postrojenja uskoro otpočeti.

BRANA SADD EL AALI ZATVORILA JE KORITO NILA

Prof. Dr Ing. Ervin Nonveiller, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

»Brana je postala simbol volje i riješenosti naroda da oblikuje svoj život. Ona je također simbol njegove volje da pribavi pravo vlasništva nad zemljom velikom broju seljaka, kojima nikad nije bila pružena takva prilika kroz vijekove neprekinute feudalne vlasti.« (Iz Povelje o građenju Velike brane).

Uvod

Od 1957. godine vrlo se intenzivno radi na realiziranju nove velike akumulacije u dolini Nila, oko 7 km uzvodno od brane kod Aswana, koja treba da osigura stalni regulirani protok ove najveće rijeke na svijetu. Egipatski i inozemni stručnjaci iz SAD, Francuske i Njemačke sudjelovali su u prvim studijama za ovaj neobično teški tehnički zahvat. Kasnije su stručnjaci iz SSSR-a podnijeli nove prijedloge za osnove projekta brane i dali nove ideje za provođenje derivacije Nila za vrijeme građenja i za postavljanje hidroelektrane, koji su omogućili znatne uštede u radu, novcu i vremenu građenja.

Kad je SSSR dao i financijska sredstva i tehničku pomoć za ostvarenje te zamisli, pala je odluka 1958. godine da se radovi na gradnji brane započnu[1]. Prve mine aktivirao je pritiskom na dugme preminuli predsjednik Nehru.

Brana Sadd el Aali gradi se 7 km uzvodno od postojeće brane Aswan, masivne građevine od gra-

[1] O projektima i građenju ove velike brane već smo obavijestili čitaoce u Građevinaru 2/1959, 5/1960, 8/1961. i 8/1962.

nitnog zidja visine oko 50 m, koja je sagrađena u nekoliko etapa[2] između 1899. i 1932. godine, i koja je usporila Nil na maksimalnu kotu 121,4 m n m, da bi se ostvarilo jezero čija sadržina iznosi oko 5 milijardi m³.

Nova brana je visoka 111 m od dna korita Nila do krune, a najveća visina uspora vode iznosi 102 m iznad dna korita, odnosno 76 m iznad minimalne kote nizvodne vode. Kruna brane duga je 3600 m a širina korita Nila na mjestu brane je oko 520 m. Novo će jezero sadržavati 157 milijardi m³ vode, što je dovoljno da se uskladišti sav godišnji protok za najveće velike vode.

Projekt brane

Projekt Sadd el Aali (na arapskom znači Velika brana) karakterističan je po tome što je na tom objektu trebalo riješiti neka pitanja koja inače nemaju takve dimenzije i značenje, jer:

— oštećenje brane i time uzrokovani prodor vode kroz branu iz novog jezera značio bi potpunu katastrofu za cijeli Egipat, jer bi ga voda potpuno opustošila od Aswana do obale Sredozemnog mora,

— brana leži na propusnim naslagama u koritu rijeke, debljine do 200 m,

— dubina vode na mjestu građenja iznosi 35 m i ne može se evakuirati za vrijeme građenja zbog fundiranja jezgre u suhoj građevnoj jami.

Ove značajke objekta i uvjeta na mjestu građenja uslovile su i primjenu posebnih mjera opreza i nove tehnike rada za njegovu realizaciju. Značajke usvojenog rješenja su ove:

1) u osi brane postavljena je barijera malopropusna za vodu, koja se sastoji od:

(a) jezgre od nabijene gline od kote krune brane do kote normalne niske vode u koritu Nila,

(b) od nasipa jako propusnog pijeska od donje kote jezgre do dna rijeke,

(c) od zavjese debljine do 60 m injektirane kroz nasuti sloj propusnog pijeska i kroz propusne naslage ispod dna riječnog korita,

(d) od uzvodnog nepropusnog zastora od nabijene gline, koji treba da produlji put filtracije s uzvodne na nizvodnu stranu brane kroz eventualne jače propusne zone, koje bi mogle ostati nakon injektiranja zavjese,

(e) od dva reda drenažnih bunara na kraju nizvodne kosine brane sa svrhom da zahvate filtracione tokove, koji bi se mogli probiti kroz eventualne jače propusne zone u injektiranoj zavjesi i da spriječi da se oni pojave na dnu korita rijeke nizvodno od brane, gdje bi mogli i izazvati postepenu regresivnu eroziju sitnih čestica i progresivno povećanje protoka ispod temelja.

Ovakvim sistemom temeljenja brane ostvarene su tri linije odbrane od mogućnosti prodora vode:

— jezgra i injekciona zavjesa,

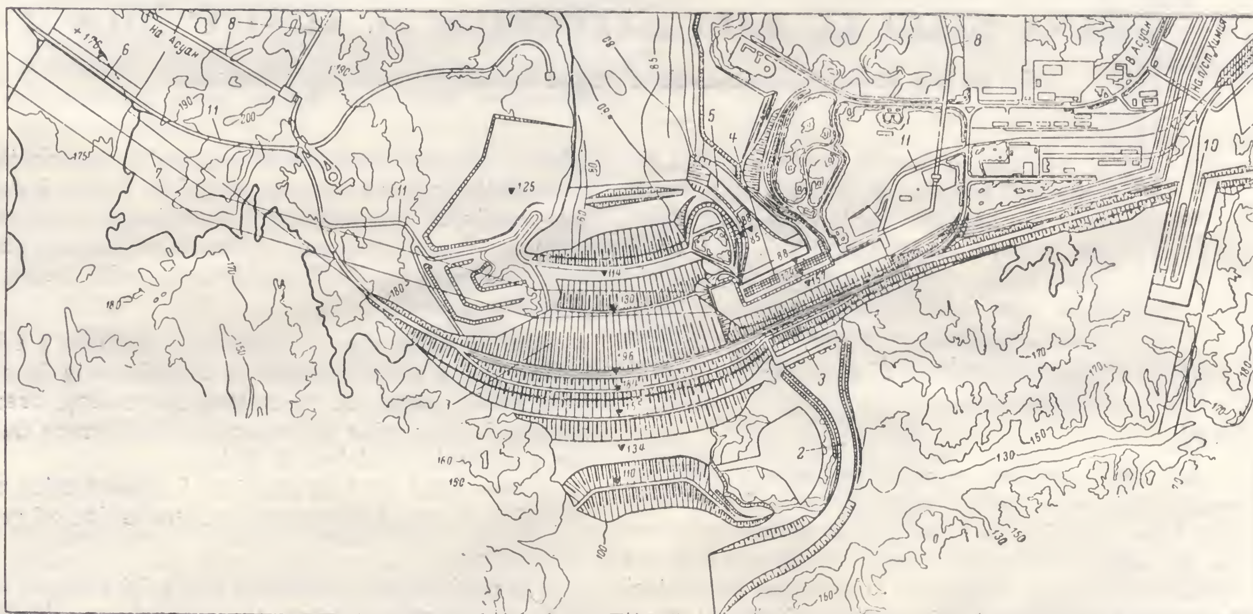
— uzvodni nepropusni zastor,

— nizvodni drenažni bunari,

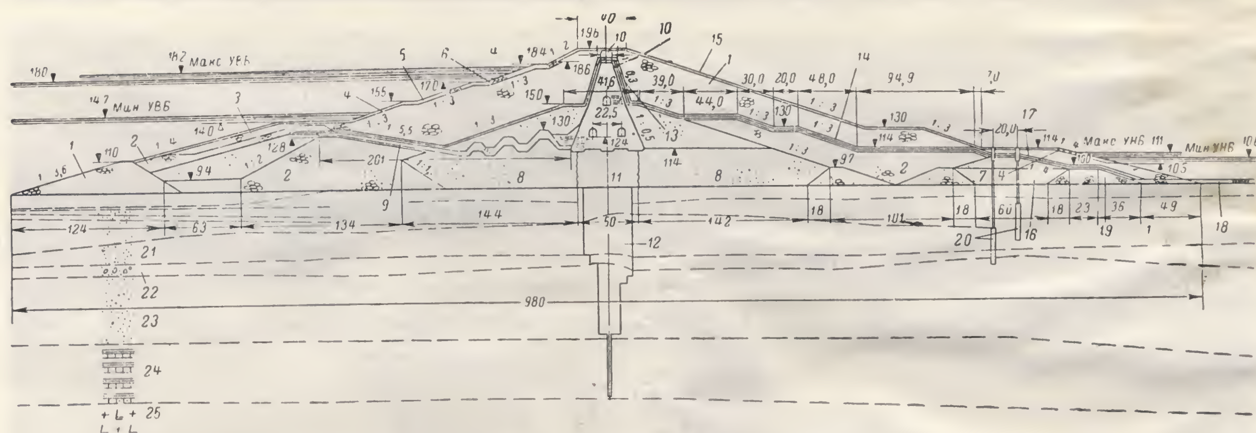
koje svaka za sebe u potpunosti osiguravaju građevinu od mogućnosti prodora vode kroz temelj. S obzirom na značenje brane za privredu i za sigurnost Egipta, nije se htjelo štedjeti na troškovima brane izostavljanjem bilo koje od tih osiguranja temelja. Te mjere daju punu sigurnost da bi se eventualno preostali putevi filtracije vode ispod temelja postepeno kolmirali, pa se time osigurava potpuna i trajna stabilnost temelja i cijele brane.

Drugi je niz problema nastao iz potrebe da se brana gradi kombinacijom nasipa od kamena i od

[2] Vidi Građevinar 2/1959.



Sl. 1: Tlocrt postrojenja Sadd el Aali



Sl. 2: Poprečni presjek brane

pijeska. Na prelazu od sitnog na krupni materijal postoji opasnost da voda pokrene sitne čestice u pore krupnog materijala, pa postepeno mogu nastati šupljine u nasipu od pijeska. Takve prelaze treba štititi ugradnjom posebnih prelaznih slojeva s postepenim prelazom od sitnog na krupni materijal — filterski slojevi. To se jednostavno postiže kod građenja u suhome. Na ovoj brani trebalo je to izvesti u vodi dubine do 35 m. Neki su stručnjaci smatrali da je to neostvarivo, ali se je rješenje našlo hidrauličkim zamuljivanjem kamenog nasipa pijeskom. U takvoj izvedbi kameni dijelovi nasipa imaju otpornost za smicanje koja odgovara kamenom nasipu i propusnost koja odgovara nasipu od pijeska.

Materijali za nasipanje brane raspoloživi unutan ekonomične udaljenosti od brane također su u stanovitoj mjeri uticali na konstrukciju brane. U neposrednoj blizini brane ima neograničenih količina kamenog materijala od granitnih stijena, isto tako velikih količina vjetrom donesenog jednoličnog sitnog pustinjskog pijeska. Nepropusni materijal za jezgru treba dopremati iz veće udaljenosti, bilo iz zapadnog pustinjskog područja, bilo s istočne obale Nila nizvodno od brane, oba nalazišta na oko 12 km od brane. Zato se predviđa uska jezgra od gline a glavni građevni materijali za branu su kamen i pijesak.

Na slici 2 prikazan je poprečni presjek brane. Nepropusna jezgra od gline je u sredini presjeka i leži na sloju propusnog pijesak koji je naplavljen u vodi pod zaštitom uzvodnog i nizvodnog kamenog nasipa, čije su pore također hidraulički naplavljene pijeskom. Od jezgre do uzvodnog kamenog nasipa proteže se nepropusni zastor koji se ugrađuje na hidraulični nasuti pijesak. Svi dijelovi nasipa ispod kote 150 hidraulički su zamuljeni sitnim pijeskom.

Taj je postupak primijenjen po prvi puta u velikoj razmjeri na ovoj brani. Stoga je samom radu prethodilo opsežno eksperimentiranje u laboratoriju i na gradilištu, što je pokazalo da kameni nasip mora sadržavati veoma malo sitnih frakcija. Propisano je da mora imati manje od 2% zrna ispod 5 mm, 5% između 5 i 80 mm a sve ostalo mora biti krupnije od 150 mm. Budući da kamen iz kamenoloma sadrži više od dozvoljene količine sitneži, bilo je potrebno da se ona izdvoji. To je riješeno prirodnim segregiranjem materijala na odlagalištima velike visine, s čijeg se donjeg kraja utovaruje izdvojeni krupni materijal dok sitnez ostaje na gornjim zonama kosine. Kameni nasipi koji se ugrađuju na višim kotama iznad nivoa Nila ugrađivani su u velike visine etažama, pa se uslijed prirodne segregacije do nižih zona koje moraju biti čiste dolazi samo krupniji kamen. Budući da je na ovoj brani prvi puta primijenjen ovakav način rada, izvršene su i opsežne kontrole postignutog rezultata, koje su pokazale da je propusnost kamenog nasipa svugdje bila jednaka propusnosti zbijenog nasipa od sitnog pijeska.

Zone nasipa od sitnog pijeska koje su ugrađene hidrauličkim putem između vanjskih kamenih nasipa i unutrašnje zone od biranog krupnozrnatog pijeska, zbijane su pod vodom primjenom velikih hidrauličkih vibratora. Tri serije od po četiri duga cijevna vibratora snage oko 15 KS svaki, bile su montirane na posebnim pontonima s kojih su spuštani u sloj nasutog pijeska u razmacima od po 5 m, kako se vidi na slici. Nakon što je tako zbijen pijesak pod svakim pontonom, oni su maknuti za jednu širinu na susjedno mjesto, dok se pokrila cijela površina temelja brane. Postignuti rezultat ispitan je penetracionim statičkim sondiranjem. Bilo je propisano da penetracioni otpor ne smije biti manji od 150 kg/cm^2, ali je postignut rezultat znatno bolji, i kreće se oko 200 kg/cm^2 (tome odgovara modul stišljivosti nasutog materijala od oko 300 kg/cm^2).

Tijelo brane gradi se u dvije faze. Prva faza obuhvaća zatvaranje riječnog korita uzvodnim i nizvodnim kamenim nasipima koji ujedno skreću većinu protoka kroz derivacioni kanal na desnoj obali, i građenje nasipa do visine iznad vode u Nilu (odnosno visine uspora u postojećoj Aswanskoj akumulaciji, na koti 114 nizvodno i 128 uzvodno). Taj se dio nasipa sastoji od vanjskih kamenih nasipa, zamuljenih pijeskom, kako je ranije opisano



Sl. 3: Nasipanje prve faze brane i vibratori za zbijanje nasutog pijeska

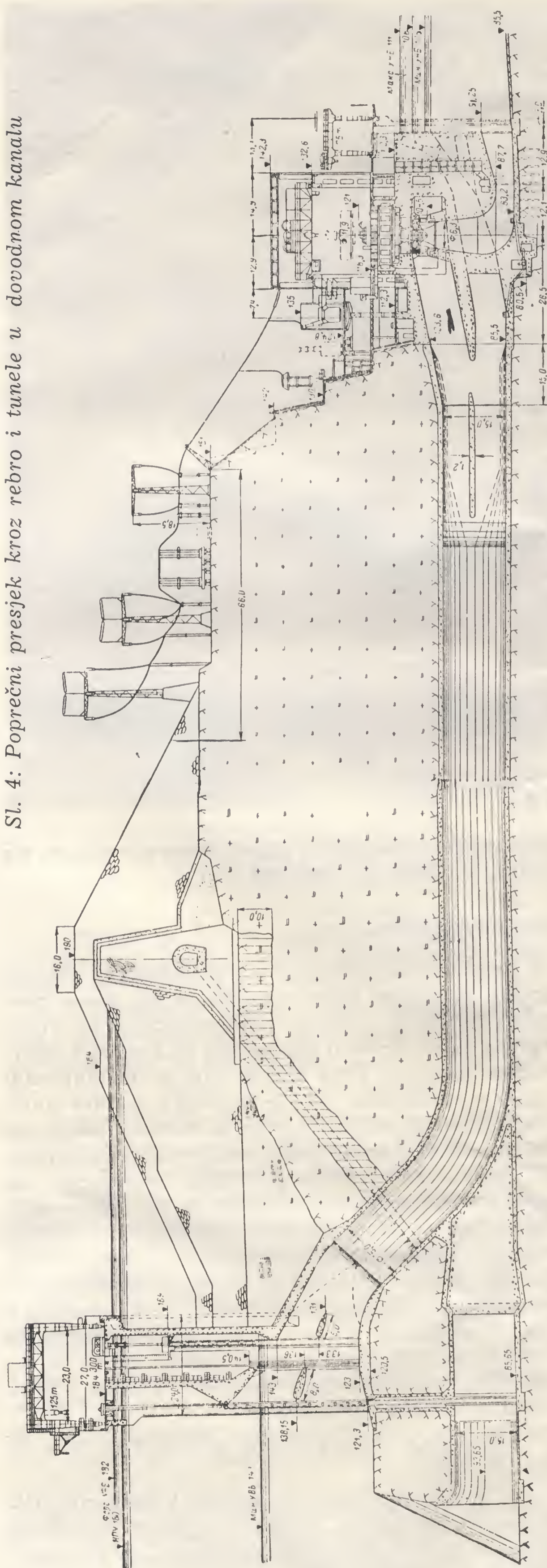
od nasipa od sitnog pijeska između njih i krupnog pijeska u sredini ispod jezgre. Druga faza obuhvaća zone nasipa iznad te kvote, koje se ugrađuju u suhome. Ona se sastoji od centralne jezgre gline koja se ugrađuje nabijanjem u slojevima, od potpornog nasipa od sitnog pijeska ugrađenog hidraulički do kote 150. Na visini iznad vode (kota 114 i više) ugrađuje se nepropusni zastor od nabijene gline od uzvodnog lica jezgre do krune uzvodnog kamenog nasipa prve faze na koti 128. Taj dio kamenog nasipa relativno male propusnosti, jer je zamuljen sitnim pijeskom, postat će s vremenom znatno manje propustan jer će se na njega nataložiti sitan mulj kojim je jako opterećena voda Nila za vrijeme poplave. Tako će se s vremenom stvoriti kontinuirana nepropusna zavjesa od jezgre preko horizontalnog zastora na dosta širokom području ispred brane. Uzvodni horizontalni zastor od gline nije izgrađen u ravnoj plohi nego je ona nazubljena da bi se prekinuo kontinuitet moguće klizne plohe kroz glinu, da bi se povećao faktor sigurnosti brane. Injektirana zona nasuprot pijeska ispod jezgre i riječnog nanosa treba da smanji procjeđivanje vode u prvo vrijeme, dok nataloživanjem riječnog mulja na niži dio uzvodnog kamenog nasipa i na dno riječnog korita ispred njega ne nastane druga trajna barijera manje propusnosti, koja će trajno zaštititi branu od opasnosti uzrokovanih procjeđivanjem vode kroz njeno tijelo i ispod njenog temelja.

Za daljnje povećanje sigurnosti od podlokavanja temelja procjednim vodama, dodana su ispod kamenog nasipa prve faze još dva reda dneražnih bunara u međusobnom razmaku od po 15 m u svakom redu i 20 m između redova. Zadatak im je da zahvate eventualno struje procjeđivanja u horizontalnom smjeru i da vodu bez opasnosti od erodiranja izvedu na površinu kroz zaštitne filtere.

Iznad nasipa od pijeska i od zamuljenog kamena izradit će se filterski prelazni slojevi i na njih će se nasipati običan nasip od kamena koji podupire vertikalni gornji dio jezgre od gline. Uzvodna kosina kamenog nasipa zaštićena je od djelovanja erozije valova slojem krupnog kamena debljine do 3,5 m.

Ukupna širina brane na plohi temelja iznosi skoro 1000 m, što pored visine od 111 m daje prosječni nagib kosina od nešto manje od 1:4,25. Taj je nagib kosina veoma blag za branu od kamena s jezgrom u sredini (brana Peruča ima nagib kosina od 1 : 1,5 na obje strane), on je uvjetovan osobinama debelog sloja riječnog nanosa ispod temelja i činjenicom da je temeljenje trebalo izvesti u vodi.

U jezgri su predviđene tri kontrolne galerije od armiranog betona u dva horizonta. Te se galerije predviđaju da bi se moglo efikasno kontroli-



Sl. 4: Poprečni presjek kroz rebro i tunele u dovodnom kanalu

rati djelovanje injekcione zavjese u toku pogona brane i da bi se mogla izvesti naknadna injektiranja temeljnog tla, ako bi se to tokom vremena pokazalo potrebno. Mišljenja su podijeljenja o svrsishodnosti takvih galerija. Postoji bojazan da bi one mogle biti vrelo smetnji u pogonu brane. No iskustva koja su sada prikupljena na manjim objektima (velikim dijelom i u našoj zemlji) pokazuju da kontrolne galerije ne uzrokuju nikakvih poteškoća u životu i pogonu nasutih brana.

Injektiranje tla u riječnom koritu ispod temelja brane izvest će se nakon što se nasip podigne oko 10 m iznad kote kontakta gline s pijeskom nasutim u vodi. Injektiranje stijene u bokovima brane počelo je već 1960. godine i do sada je u potpunosti dovršeno.

Derivacioni kanal i hidroelektrana

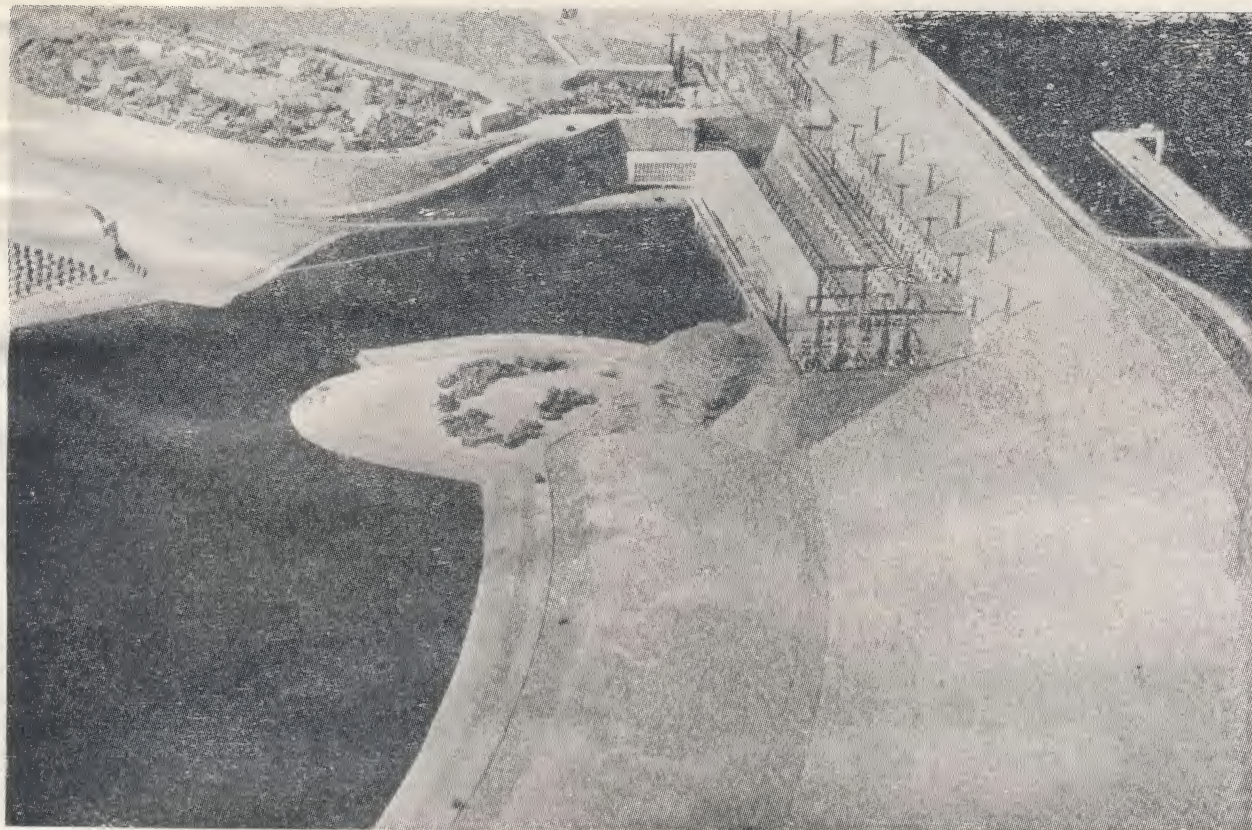
Za derivaciju Nila iskopan je obilazni kanal u lijevom boku počam od uvale koja je duboko usječena u granitne stijene. Kanal je dimenzioniran za protok od 11.000 m^3/sec, što je najveći protok za vrijeme ljetne poplave Nila. U sredini derivacionog kanala, dubina kojeg je na tom mjestu oko 85 m, ostavljeno je poprečno rebro kompaktne stijene kroz koje je iskopano 6 tunela čistog promjera od 15 m svaki.

Tuneli se na nizvodnom kraju račvaju u dva odvojena ogranka koji svaki vodi na po jednu turbinu. Strojarnica s turbinama smještena je na nizvodnom kraju kompaktnog rebra kako pokazuje poprečni presjek (sl. 4). Uzvodni kanal dug je 1150 m, poprečno rebro i tuneli dugi su 280 m a nizvodni kanal je dug 450 m, svega 1880 m. Najmanja širina dna kanala iznosi 50 m, širina na uzvodnom ulazu je 250 m a na fronti strojarnice 285 m. Sliku o opsegu radova na samom kanalu daje količina iskopa od gotovo 11 miliona m^3, od čega je 9,7 miliona u čvrstoj granitnoj stijeni.

Uzvodni kraj kanala bio je zatvoren nasipom od sitnog pijeska ugrađenog hidrauličkim putem u usporenoj vodi Nila. Nakon crpljenja vode iz zatvorenog dijela uzvodne prirodne uvale instalirane su na nizvodnoj kosini tog nasipa dva reda drenažnih bunara kojima je nivo vode snižen ispod razine nizvodne kosine i tako stabiliziran nasip za vrijeme rada.

Taj rad započet je 1960. a dovršen u maju 1964. godine. Prosječni mjesečni učinak iskopa iznosio je oko 300.000 m^3 stijene, maksimalni 409.000 m^3, a maksimalni dnevni učinak 23.000 m^3. U tenelima je postignut maksimalni dnevni učinak od 3.800 m^3 stijene.

Tuneli kroz rebro imaju dva ulaza: privremeni donji ulaz koji služi za derivaciju Nila za vrijeme građenja i gornji ulaz na koti 123 za dovod vode u turbine. Za vrijeme građenja brane postepeno će se na pojedinim tunelima zatvoriti donji ulaz, dovršiti građenje gornjeg ulaza, pa će se voda pu-



Sl. 5: Maketa strojarnice

štati kroz taj ulaz kako postepeno povišenje nasutog dijela brane bude dozvoljavalo da se voda u jezeru uspori na višu kotu. Ulazi se zatvaraju kliznim zatvaračima s pogonskim mehanizmima na armiranoj betonskoj konstrukciji na koti 184,3, na kojoj se nalazi i portalna manipulaciona dizalica. Ulazna građevina sadrži ukupno 93.000 m^3 armiranog betona.

Strojarnica je smještena na nizvodnom kraju poprečnog rebra. U njoj će se smjestiti 12 Francis turbina ukupne snage 2,100.000 kW za tlak vode od 35 do 77 m. Protok kroz turbinu iznosi 365 m^3/s kod tlaka od 57,5 m. Godišnja će proizvodnja iznositi 10,0 miliona kWh. Proizvedena energija prenijet će se do Kaira s dva dalekovoda duljine po 790 km za napon od 500 kV. Ukupna težina strojeva iznosi 28,500 t, a hidromehaničke opreme strojarnice 19,700 t.

Slika 5 prikazuje fotografiju makete strojarnice i odvodnog kanala.

Preliv za veliku vodu

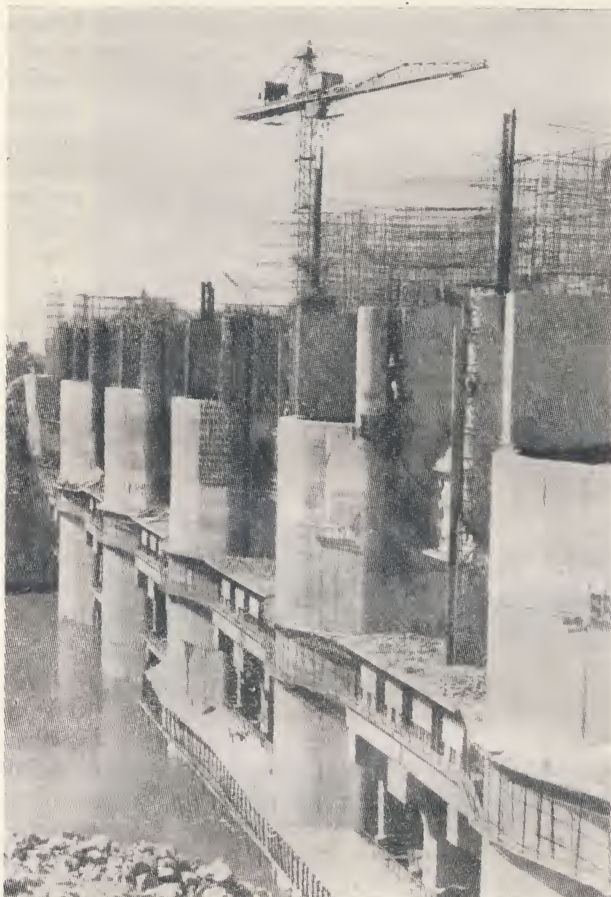
Iako je kruna brane za 8 metara viša od normalne kote uspora u jezeru, a retenciona moć jezera veoma velika, ipak je na lijevoj obali predviđen slobodni preliv duljine 385 m, kapaciteta 2.300 m^3/s kod povišenja vode u jezeru za 2 m iznad normale (kota 180). S preliva bi voda slobodno oticala grubo reguliranom stjenovitom površinom tla natrag do Nila nizvodno od brane.

Izvođenje radova

Pripreme za građenje ovog grandioznog objekta počele su mnogo prije nego što je bio gotov projekt. Već 1952. odlučila je Revolucionarna vlada Egipta da se započnu ispitivanja za građenje jedne velike brane na Nilu. Obrazovan je međunarodni komitet stručnjaka, koji je već 1954. podnio izvještaj o mogućnosti ostvarenja te zamisli, pa je odlučeno da se odmah počne njegovom realizacijom. Nakon što su izvršena prethodna sondiranja nastavljeni su drugi istražni radovi, kao ispitivanje materijala za građenje brane, probno injektiranje riječnog nanosa ispod temelja nove brane. U sklopu tih radova izvršena su opsežna ispitivanja o mogućnostima i efektu nabijanja pijeska nasutog u vodi. Ispitana je primjena malih naboja eksploziva i primjena hidrauličkih pervibratora, pa se je ustanovilo da se potonjom metodom postižu odlični rezultati uz manje troškove.

Ostvarenje ovog projekta podijeljeno je u tri glavne faze:

— izrada derivacionog kanala i skretanje Nila iz sadašnjeg korita, uključivo radove temeljenja brane u koritu, što je prema planu trebalo dovršiti do 15. svibnja 1964,



Sl. 6: Dovršeni dio ulazne građevine u dovodnom kanalu



Sl. 7: Potporna rebra uz desni bok strojarnice

— nasipanje brane iznad nivoa vode i njeno dovršenje do konačne visine, predviđeno do kraja 1968,

— paralelno s tim radovima građenje hidroelektričnog postrojenja s postepenim montiranjem agregata tako, da krajem 1967. budu u pogonu prva tri agregata, a cijela elektrana do 1970.

Organizacija gradilišta započela je već 1958. godine građenjem cesta, priključka gradilišta na postojeću glavnu željezničku prugu Kairo—Aswan . aerodroma za slijetanje velikih aviona. Nakon sklapanja ugovora o zajmu s SSSR krajem 1958. započela je doprema i montiranje ogromne količine građevnih strojeva, instalacija i uređaja za pogon, a istodobno je započelo i kopanje obilaznog kanala na desnoj obali.

Uređaji gradilišta sastoje se od ogromnog kompleksa radionica, kompresorskih centrala, vodovoda za tehničku i pitku vodu, montažnih prostora s portalnim dizalicama za predfabrikaciju armaturnih koševa za armirane betonske konstrukcije u tunelima, ulaznoj građevini i hidroelektrani, radionica za održavanje i popravak ogromnog parka građevnih strojeva i vozila za kopanje i prijevoz zemlje i kamena, izradu, prijevoz i ugrađivanje betona.

Pripremanje betona za sve objekte centralizirano je. Sastoji se od automatiziranog uređaja za pripremu, uskladištenje i prijevoz agregata i uređaja za hlađenje krupnog agregata. Miješanje betona obavlja se u automatiziranom uređaju s tri paralelne linije od po dvije miješalice kapaciteta po 2 m^3 svaka. Za ugrađivanje betona služe dvije kabelske dizalice nosivosti 15 t iznad zgrade elektrane i veliki broj toranjskih dicalica na drugim građevi-



Sl. 8: Pogled na izlaz dovodnog kanala

nama. Osim toga primjenjuju se na mnogim mjestima pumpe za ugrađivanje betona u oplate. One su također primijenjivane za betoniranje obloge u tunelima.

Iskop gotovo 10 miliona m^3 granitne stijene za uzvodni i nizvodni krak derivacionog kanala izvršeno je otpucavanjem serijskih dubokih mina u etažama visine 10—15 m. Rupe za mine bušene su udarnim bušilicama i djelomično rotaciono udarnim pneumatskim bušilicama. Otpucani materijal utovarivan je u teške kamione kipere nosivosti po 25 t pomoću velikih bagera kašikara sadržine 4 m^3 na diesel električni pogon. Materijal je odvožen najprije u deponije iz kojih se uzima za nasipanje hrane, a kasnije je vožen izravno na pretovarno mjesto za utovar u pontone u kojima je nasipan u korito Nila. Radovi za dovršenje ukupne količine od 10 miliona m^3 iskopa kanala trajali su od početka 1960. do svibnja 1964. godine s prosječnim mjesečnim kapacitetom od oko 300.000 m^3 i maksimalnim dnevnim učinkom od 23.000 m^3.

Iskop 614.000 m^3 tunela kroz rebro između uzvodnog i nizvodnog kraka kanala izveden je od kraja 1961. do svibnja 1964. godine s prosječnim mjesečnim učinkom od oko 30.000 m^3 i maksimalnim dnevnim učinkom od 3.800 m^3. Oko 280.000 m^3 betona obloge tunela ugrađeno je do sada, pretežno pumpanjem, maksimalni dnevni učinak iznosio je 2.200 m^3. Stijena iza obloge i kontakt između obloge i stijene injektiran je cementnom suspenzijom pod tlakom.

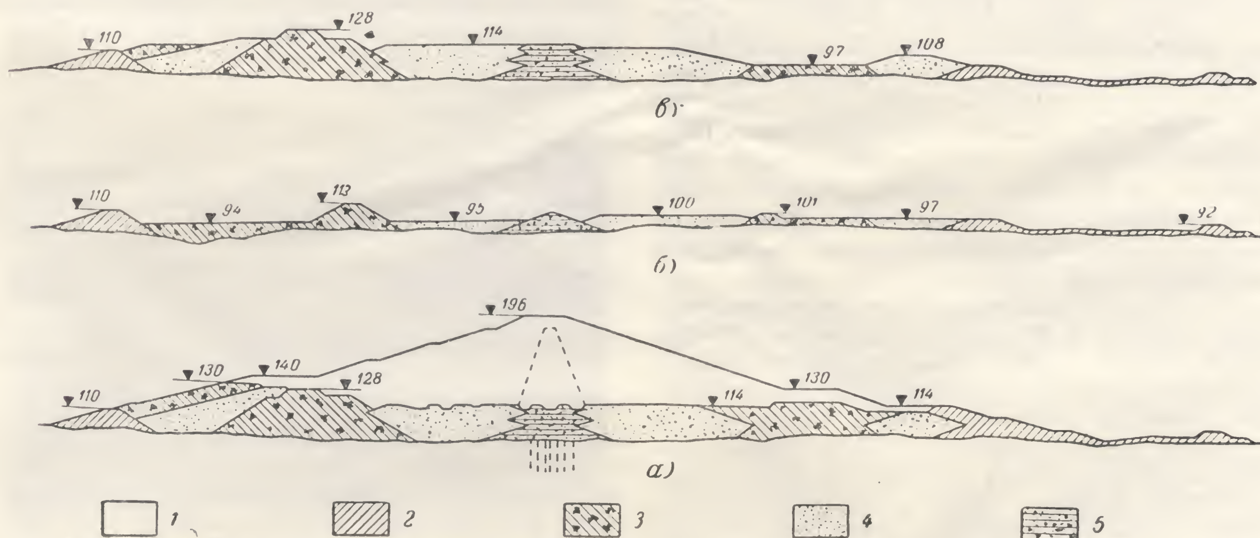
Najinteresantnija faza građenja bilo je samo skretanje Nila iz dosadašnjeg korita u derivacioni kanal. Ta je faza veoma brižljivo proučena, među ostalim i na modelima u laboratoriju i temeljito je pripremana da bi se obavila bez smetnje i iznenađenja.

Radovi su počeli već u 1963. godini nasipanjem kamenih uzvodnih i nizvodnih stopa nasipa u Nilu s materijalom iz deponija od iskopa kanala i tunela. Unutar tih stopa nasipan je krupniji kamen zamuljen pijeskom i nasipi od pijeska, kako je prikazano na sl. 6, i to napredujući s lijeve i desne obale, dok u sredini nije ostao samo uski prolaz za propuštanje male vode Nila. Paralelno je na taj, u vodi nasuti kamen s obih obala nasipan probrani krupni kamen i na taj način je dio nasipa podignut iznad nivoa akumulirane vode. Taj je nasip naknadno zamuljivan sitnim pijeskom, da bi se njegova propusnost smanjila i da bi se spriječilo ispiranje nasipa od sitnog pijeska u nizvodni nasip od kamena.

Kad je preostali otvor u nasipima već bio znatno sužen i kad su brzina vode i vodostaj počeli rasti, puštena je voda i u obilazni kanal. Kanal je u svibnju 1964. najprije pumpanjem djelomično napunjen vodom, zatim je u kruni zagata iskopan niz jaraka u koje su stavljeni manji eksplozivni naboji koji su izazvali rušenje krune. Voda je preplavila krunu i u roku od 35 minuta raznijela je zagatne nasipe od pijeska, stvorivši u njima otvore kroz koje je proticala brzinom od oko 1 m/s.

Istodobno je forsirano nasipan kamen u ostavljeni otvor uzvodnog kamenog nasipa. Ta je operacije trajala od 13. svibnja u 11 sati do 15. svibnja uvečer. Kroz to vrijeme ugrađeno je u otvor 75.000 m^3 kamena, od čega je oko 66.000 m^3 dopremljeno kamionima, a ostatak pokretnim pontonima. Najveći učinak iznosio je oko 2.000 m^3 materijala na sat. Najveća brzina vode u preostalom otvoru za vrijeme zatvaranja popela se je na 2 m/s, uspor vode porastao je nakon zatvaranja otvora za oko 60 cm, kod protoka Nila od oko 1800 m^3/s.

Ovo je prvi puta u povijesti građevinarstva da je rijeka veličine Nila skrenuta u obilazni kanal građenjem nasutih zagata u postojećem koritu, kroz koje je sve do posljednjeg časa proticala cijela rijeka. Osim toga ti zagati ostaju trajni dio konačnog tijela brane.



Sl. 9: Faze građenja brane za vrijeme zatvaranja korita



Sl. 10: Pogled na radove zatvaranja korita

Nakon zatvaranja korita nastavljeno je dizanje uzvodnog kamenog nasipa do kote 128, zamuljivanje tog nasipa pijeskom i nasipanje raznih vrsta pjeskovitog materijala u vodi hidrauličkim transportom iz pustinjskog zaobalnog područja do mjesta ugrađivanja. Taj dio nasipa od pijeska zbijan je hidrauličkim pervibratorima. Prilikom posjete radovima početkom prosinca 1964. veći je dio nasipa od pijeska već dosegao kotu višu od vode, na desnoj polovini brane u koritu već je bio nasut krupnozrnasti pijesak ispod jezgre i započelo je nasipanje gline u jezgri.

Glina za jezgru doprema se s udaljenosti od oko 12 km iz pustinje na lijevoj obali Nila. To je jako zbijena glina srednje do visoke plastičnosti, gotovo sasvim suha i veoma tvrda. Usitnjavanje i vlaženje takvog materijala, te njegovo homogeniziranje za vrijeme ugrađivanja bio je poseban problem kojem je posvećeno mnogo ispitivanja u laboratoriju i na terenu. Velike količine materijala otpremljene su u laboratorije u SSSR a paralelno su obavljena ispitivanja i u dobro opremljenom laboratoriju na gradilištu. Kao rezultat tih ispitivanja usvojen je ovaj postupak za ugrađivanje materijala: Na pozajmištu suha se glina kopa bagerima i utovaruje u kamione kojima se doprema na gradilište. Na gradilištu kamioni prolaze ispod uređaja s kojeg se u njih sipa polovina količine vode koja je potrebna da se postigne optimalna vlažnost za ugrađivanje. Nakon istovara na mjestu ugrađivanja razastire se glina u sloj debljine oko 40 cm, pa se dodaje preostala količina vode da se postigne optimalna vlažnost. Zatim se sloj nabija najprije s 4 prelaza teškog buldožera, zatim s 4 prelaza laganog valjka s gumenim kotačima i na kraju s 4 prelaza teškog valjka s gumenim kotačima težine 15 t. Ispitivanja su pokazala da se time ne postiže jednolično navlaženi zbijeni gli-



Sl. 11: Prekretni pontoni za nasipanje kamena u radu

noviti materijal u jezgri, nego preostaju grude još sasvim suhog materijala. Međutim nakon nekog vremena vlaga se migracijom raspodijeli homogeno pod uticajem kapilarnih sila između zona veće i manje vlažnosti, pa se s vremenom nasuta i zbijena jezgra potpuno homogenizira.

Kvalitet ugrađenog materijala kotrolira se vađenjem velikih uzoraka, čiji volumen se mjeri pomoću kalibriranog pijeska. Kod optimalne vlažnosti, koja se kreće u granicama između 13 i 15%, postiže se zapreminska težina ugrađenog materijala od oko 1,85 t/m^3. U početku rada bilo je dosta teškoća zbog nejednoličnog nakvašivanja gline i s kontrolom postignutog kvaliteta zbijanja, ali su one brzo prebrođene. Dnevno se u jezgru ugrađuje oko 4000 m^3 gline.

Kamen za nasipanje potpornih zona uzima se djelomično iz deponija od iskopa obilaznog kanala i tunela, a većim dijelom iz dva kamenoloma, na desnoj obali uzvodno i na lijevoj obali nizvodno od brane. Rupe za miniranje kamena buše se pomoću velikih udarnih bušilica, mine se otpucavaju u velikim serijama, za utovar služe bageri kašikari sadržine 4 m^3. Dnevni kapacitet nasipanja dostiže do 40.000 m^3 ugrađenog kamena.

Mehanizacija za izvođenje radova

Pretežnu većinu građevnih strojeva i uređaja za građenje brane dobavio je SSSR. Sliku o ovom gigantskom gradilištu dat će mali pregled samo glavnih građevnih strojeva i uređaja:

16 bagera kašikara sadržine 3 m^3 na diesel-električni pogon,

593 kamiona dumpera veličine od 2,5 do 3,5 t,

160 raznih drugih kamiona,

38 automotornih pokretnih radionica za održavanje strojeva,

2070 raznih bušilica za kamen,

47 raznih samohodnih dizalica,

1 automatska centralna tvornica betona kapaciteta 240 m^3/h,

36 raznih pumpa za beton,

170 raznih buldozera i traktora,

16 pumpnih jedinica za hidromehanički prijenos pijeska,

80 pokretnih kompresora za zrak,

22 pontona za prijenos i nasipanje kamena,

24 motorna čamca i remorkera.

Ukupna težina strojeva i građevinske opreme koja je dopremljena iz SSSR iznosi oko 165.000 t. Mnogi uređaji i strojevi posebno su projektirani i izrađeni za Visoku branu, kao što su prekretni pontoni za nasipanje kamena, uređaji za pervibriranje pijeska itd. K tome dolaze centralne radionice za održavanje i popravak, željeznički pretovarni uređaji za dopremu strojeva, opreme i materijala, uređaj za hlađenje agregata za beton, centralni vodovod, centrala za komprimirani zrak, tvornica kisika i sl.

Posebna pažnja posvećena je redovnim serviskim pregledima svih strojeva i uređaja. Svi se motori i vozila nakon određenog broja sati rada zamjenjuju obnovljenim motorima. Za redovno održavanje postoje pokretne radionice koje popravljaju manje kvarove na mjestu rada. Za redovno podmazivanje i opskrbu gorivom brinu se pokretne podmazivačke ekipe. Taj ogromni pogon oslanja se na niz centralnih remontnih radionica i velika skladišta dijelova.



Sl. 12: Nasipanje gline za jezgru na dio nasipa od pijeska

Gradilište — škola kadrova

Egipat je donedavna u tehničkom pogledu bio zaostala zemlja, glavna privredna djelatnost bila je poljoprivreda. Kada se je počelo graditi Veliku branu, trebalo je odmah poduzeti mjere da se na radu školuju priučeni i stručni radnici iz redova dotadašnjih poljoprivrednih radnika. Zato su odmah u početku radova organizirani praktični te-



Sl. 13: Uzvodni dio dijela brane

čajevi i škole, u kojima su pod rukovodstvom malog broja domaćih stručnjaka i instruktora iz SSSR osposobljavani rukovaoci građevnih strojeva, vozači kamiona, traktora, strojari bagera, bušači za bušenje u kamenolomu i u tunelima i razne druge struke. Sada u Aswanu djeluje centar za osposobljavanje stručnih radnika za 15 raznih mehaničarskih i električarskih struka kroz koji prolazi oko 4000 radnika godišnje.



Sl. 14: Uzvodna kosina nasutog dijela brane

Na početku je rada broj radnika bio oko 7000, u najvećem naponu radova u vrijeme dovršavanja prve faze bilo je zaposleno oko 34.000 radnika. Broj radnika je nakon toga postepeno smanjen, pa sada tamo radi oko 23.000 radnika.

Radove na brani izvodi nekoliko egipatskih velikih građevinskih poduzeća koji su ujedinjeni u zajednicu »Arapsko poduzeće«, a betonske radove izvodi poduzeće »Misr Concrete Co«. Razna manja egipatska poduzeća sudjelovala su u gradnji pristupnih cesta, raznih zgrada za stanovanje radnika, osoblja gradnje i za upravu radova, skladišta, radionice itd. Neki se radovi izvode u režijskoj organizaciji Uprave Velike brane, kao što su bili iskopi i betoniranje u tunelima, radovi injektiranja, hidromehanički pogon za ugradnju pijeska, i odjeljenje za montažu opreme.

Na temelju ugovora između SSSR i UAR (Egipat) dao je SSSR zajam u visini od ukupno 113 miliona E£ (oko 200 milijardi dinara) i tehničku pomoć u osoblju, projektima, građevnim strojevima i opremi za cijelo postrojenje. Hidroprojekt iz Moskve na čelu s N. Mališevim razradio je projekt postrojenja, specijalisti iz raznih drugih organizacija sudjeluju u radu inženjerske organizacije za rukovođenje i nadzor izvršenja radova na gradilištu pod rukovodstvom P. Njeporožnija i A. Aleksadrova. Ukupno oko 1800 sovjetskih specijalista radi u organizaciji Visoke brane i konzultentske grupe u Aswanu.



Sl. 15: Pogled na radilište za predfabrikaciju armature

Turbine i generatore projektirala su i dobavljaju dva poduzeća teške industrije iz Lenjingrada. Gidromontaž projektirao je i dobavlja svu hidromehaničku opremu.

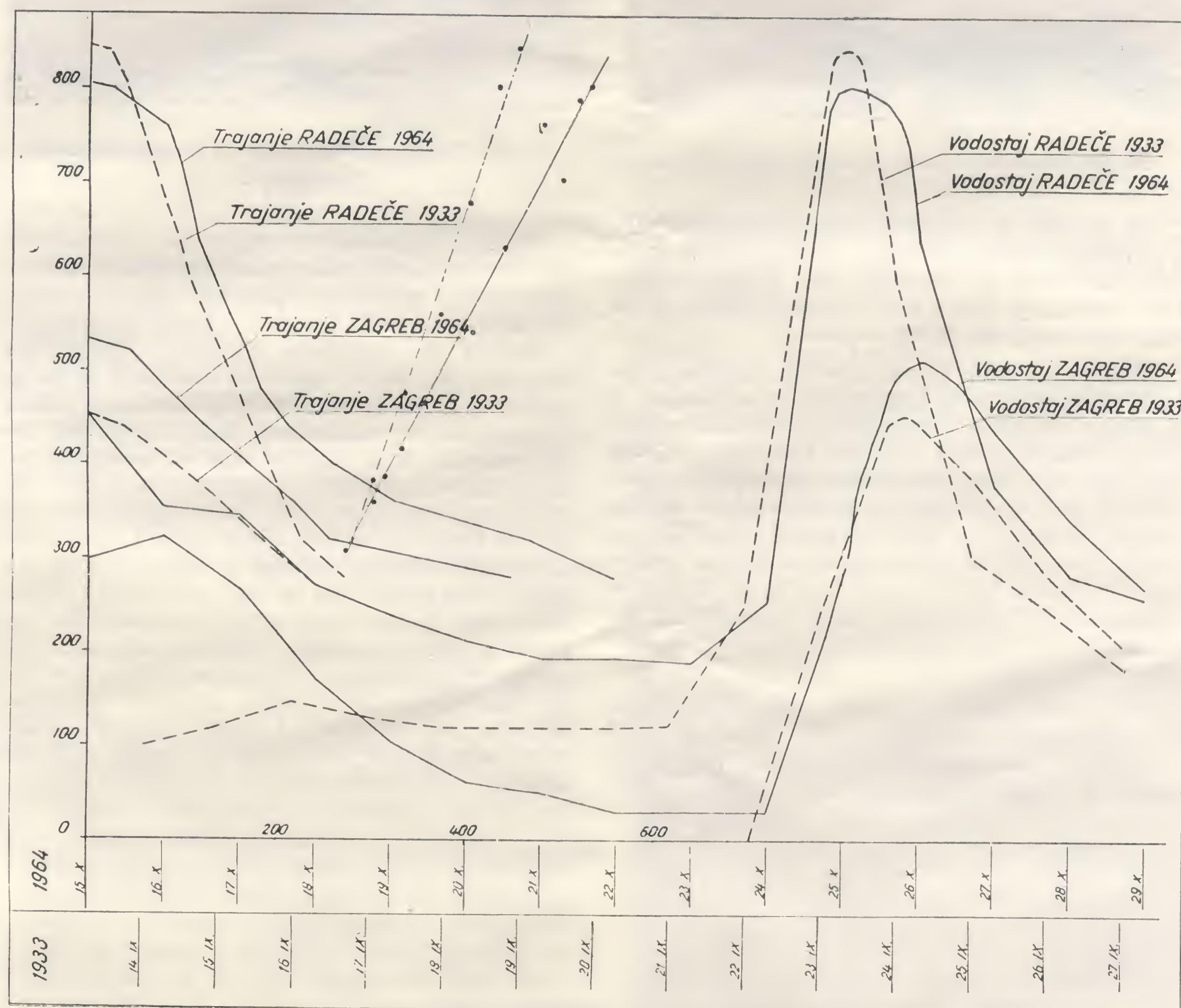
Radovi na gradilištu napreduju planiranim tempom, raspoloživi kapaciteti omogućit će da se radovi na brani dovrše i prije predviđenih rokova i time stavi na raspoloženje Egiptu i Sudanu toliko potrebne nove količine vode za proširenje poljoprivredne proizvodnje i ogromno vrelo električne energije za unapređenje industrijske proizvodnje. No Egipat je već ove godine imao i neposredne koristi od Velike brane iako je njena gradnja tek počela. Ove godine Nil je imao izvanrednu veliku vodu, koja bi bila prouzročila ogromne štete naročito u području Delte. Povećani akumulacioni prostor koji je nastao usporenjem nakon zatvaranja izgrađenog dijela brane omogućio je da se oticanje vode nizvodno od brane regulira u granicama koje su spriječile štete od mnogo milijardi dinara.

POPLAVA U ZAGREBU 1964.

Ing. Josip Vadlja, Zagreb

Poplava o kojoj će biti govora u ovom članku, posljednja je u nizu takvih pojava u Zagrebu u zadnjih 50 godina. Možda ova poplava po svojoj rasprostranjenosti i nije bila veća od onih 1926. i 1933. godine, ali je po posljedicama svakako katastrofalnija od njih. Naime, Zagreb je za vrijeme tih poplava u svakom pogledu bio manji grad, grad tek u razvitku, s mnogo praznih površina, koje su danas gotovo potpuno izgrađene. Upravo one površine, koje su u posljednjoj poplavi najteže stradale, bile su prilikom poplave 1933. godine gotovo neizgrađene, pa su posljedice bile neznatne. Za razliku od poplave 1933. godine, prilikom posljednje poplave, na poplavljenom području nalazio se čitavi niz novonastalih stambenih i industrijskih blokova, gotovo čitavi novoizgrađeni grad. Ovakva situacija nije samo oduzela dio velikog retencionog prostora potrebnog za sploštenje vodnog vala, nego je i oštećenjem skupih objekata i imovine građana doprinijela da posljedice katastrofe budu veće.

Da bi prikaz minule poplave bio što stvarniji, trebalo bi svakako prikazati uzroke njezine pojave. Međutim, zbog još nesređenih hidroloških podataka, a i zbog skućenog prostora u obliku jednog članka, to neće u cjelosti biti moguće. No sigurno je, da će jedna iscrpna analiza u svrhu poduzimanja potrebnih mjera za otklanjanje ovakvih katastrofa u najkraćem roku morati uslijediti. Pa ipak i na temelju samo osnovnih podataka, slijedeći tok zbivanja, pokušat ćemo na bazi usporedbe vodnog vala iz 1933. i 1964. godine ukazati na neke elemen-



Sl. 1: Grafički prikaz vodostaja

te koji bi mogli, bar donekle, odgovoriti na neka pitanja koja su se često i za vrijeme poplave i poslije nje postavljala.

Poći ćemo od činjenice, da su 1933. godine u gornjem dijelu sliva Save oborine bile znatno veće nego neposredno prije poplave 1964. godine. Ovo će nam dokazati tri ombrometrijske stanice za koje imamo provjerene podatke. Oborine su prikazane od početka svog padanja do kulminacije vodnog vala u Radeču, tj. one koje su bile odlučne za formiranje tog vala.

PRIKAZ OBORINA 1933. GODINE

Visina oborine na stanici

Dani	Izvor Savice	Ljubljana	N. Mesto	Primjedbe
19. IX	2,8	3,2	1,5	Početak padanja
20. IX	31,0	40,6	48,0	
21. IX	157,3	55,1	7,0	
22. IX	70,8	120,5	103,7	
23. IX	28,2	42,5	35,2	Kulminacija vodnog vala Radeče
Ukupno	290,1	261,9	195,5	

PRIKAZ OBORINA 1964. GODINE

Visina oborine na stanici

Dani	Izvor Savice	Ljubljana	N. Mesto	Primjedbe
22. X	7,0	7,0	8,0	
23. X	5,0	4,0	2,0	
24. X	19,0	52,0	6,0	
25. X	70,3	50,0	74,0	Kulminacija vodnog vala Radeče
Ukupno	101,3	113,0	90,0	

Usporedimo li ove tabele vidjet ćemo da su 1933. godine oborine bile više nego dvostruko veće negoli 1964. godine. Ukoliko bi podaci za 1964. godinu doživjeli i izvjesnu korekturu, činjenica je da su razlike očite.

Na temelju ovog prikaza, jasno bi bilo očekivati, da će i najviši vodostaj u Radeču, pa prema tome i u Zagrebu nastupiti u 1933. godini. Međutim, iz grafičkog prikaza (sl. 1) slijedi, da je u Radeču vodostaj 1933. godine i bio najveći do sada opaženi (845 cm), ali da je u Zagrebu te godine vodostaj bio manji (455 cm) od onoga u 1964. godini (514 cm). Prema tome, velike oborine u Sloveniji nisu bile (bar ne odlučujući) uzrok visokog vodostaja u Zagrebu. Istina, veliku razliku u količini oborina između 1933. i 1964. godine u odnosu na porast vodostaja ublažila je činjenica, što su visokim vodostajima 1933. godine prethodili vrlo niski vodostaji, što znači, da je sliv bio spreman primiti veće količine vode nego 1964. godine, kada je visokim vodostajima prethodio u razmaku od svega 10 dana jedan dosta dugi srednji val (u Radeču 515 cm, a u Zagrebu 304 cm) što je dokaz, da je sliv bio u dosta velikoj mjeri saturiran vodom, pa je i otjecanje bilo znatnije. Iako je ova analiza odnosa oborina uopćena, ipak nam daje pravo da tvrdimo, da oborine u Sloveniji nisu bile uzrok znatnom povećanju vodostaja u Zagrebu. U čemu dakle treba tražiti uzrok pojavi, da je veći vodostaj u Radeču 1933. godine (845 cm) prouzrokovao manji vodostaj u Zagrebu (455 cm), odnosno, manji vodostaj u Radeču 1964. godine (805 cm) veći vodostaj u Zagrebu (514 cm).

Djelomični odgovor na ovo pitanje dat će nam analiza vodnih valova u 1933. i 1964. godini za Radeče i Zagreb (sl. 1).

Dijagram je sastavljen tako, da su kulminacije iz 1933. i 1964. stavljene u Radeču u istu tačku, a za Zagreb onako, kako su se one stvarno pojavile. Iz ovakvog prikaza vidi se, da su se ulazni dijelovi valova u Radeču i u Zagrebu vremenski vrlo malo razlikovali, ali su zato silazni dijelovi vala iz 1964. godine znatno udaljeni od vala iz 1933. godine. Ovo nam pokazuju i krivulje trajnosti, sastavljene za oba vala. Grafikon korespodentnih vodostaja pokazuje nam, da su 1933. godine vodostaji u Radeču brže rasli nego u Zagrebu, i obrnuto, da su 1964. godine manji vodostaji u Radeču prouzrokovali veće vodostaje u Zagrebu. To nam uostalom pokazuje i sam prikaz vodnog vala. Ovakva razlika u fizionomiji vodnih valova mogla je nastati jedino u bitnim promjenama uslova otjecanja; ove su pak promjene neminovno vezane uz promjene koje su se zbile stvaranjem novog protjecajnog profila na cijeloj duljini promatranog toka. Te promjene mogu se svesti na neznatne promjene nastale uslijed nanosa u matičnom koritu, ali u glavnom na izgradnju obrambenih nasipa duž Save i Krke, te regulaciju Sutle i Krapine, što je vodnom valu oduzelo veliki retencioni prostor.

Ako pogledamo razliku u trajanju vodnog vala između 1933. i 1964. godine, uočljivo je, da je ta



Sl: 2: Prizor na Savskoj cesti

razlika u Radeču bila znatno manja nego u Zagrebu. Uzrok ove pojave može se tražiti samo u promjenama uslova otjecanja u području samog Zagreba. Naime, između 1933. i 1964. godine u Zagrebu su uz lijevu i desnu obalu Save izgrađeni obrambeni nasipi, koji su odsjekli znatni retencioni prostor, tako da je umjesto ubrzanog tečenja, nastalo usporeno, što je svakako moralo povećati vodostaje u sektoru gdje su nasipi završavali. Da stvar bude još jasnija, treba potez od Radeča do ispod Zagreba podijeliti u tri, svakako karakteristična dijela. Prvi dio proteže se od Radeča do ušća Krapine, drugi dio od ušća Krapine do mosta na Savskoj cesti u Zagrebu, i treći dio nizvodno od tog mosta. Prilikom velike vode 1933. godine postojali su u sva tri dijela veliki retencioni prostori, jer nisu postojali obrambeni nasipi uz Savu uzvodno od Krke, ni uz Krku, nisu bile regulirane Sutla i Krapina, a i u području samog Zagreba nizvodno od mosta na Savskoj cesti djelovala je znatna retencija Savice i desno područje ispod Žitnjaka, gdje uopće nije bilo nasipa.



Sl. 3: Savska cesta na križanju s Autoputom



Sl. 4: Naselje Knežija

Ako gledamo razvijanje vodnih valova iz 1933. i 1964. godine, na temelju ovih podataka, onda nam se nameću ovi zaključci:

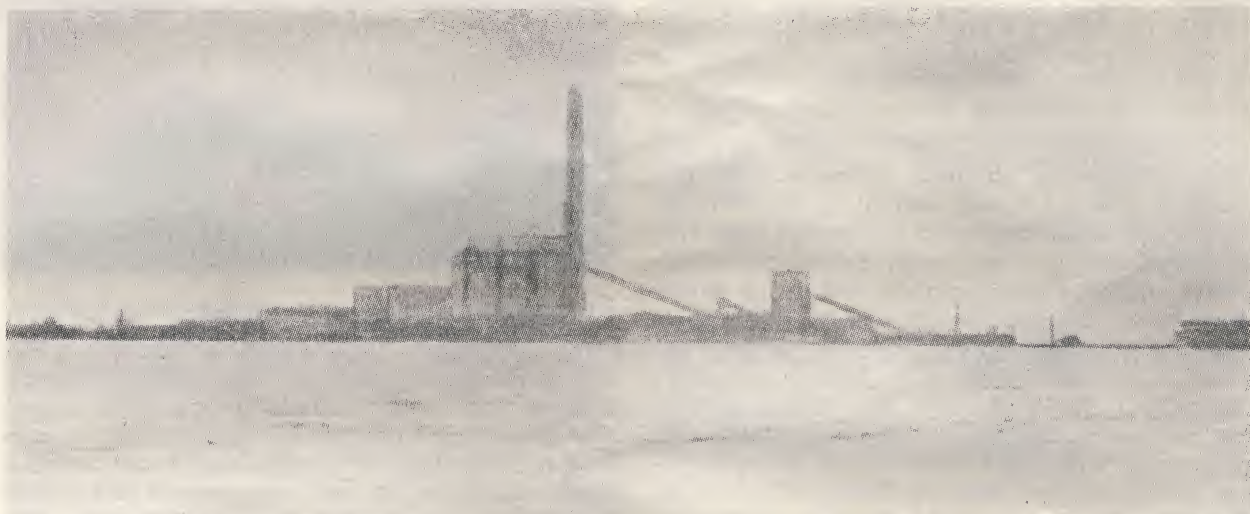
Vodni val je u 1933. godini u Radeču imao svoj maksimum 845 cm, pa se idući nizvodno splоštavao u prirodnim retencijama, i došavši do Zagreba naišao je nizvodno na nove retencije gdje se i dalje sploštavao. Na taj način se stvarao veći relativni pad, pa je i vrijeme otjecanja bilo manje. Ovo nam dokazuje i činjenica, da je 1933. razlika između



Sl. 5: Ulica Rade Končara i Kranjčevićeva



Sl. 6: Studentski dom kod »Mladosti«



Sl. 7: Toplana



Sl. 8: Autoput kod Jankomirskog mosta

kulminacije u Radeču i Zagrebu iznosila 18 sati, a 1964. godine 22 sata. Kako je već rečeno, kulminacija je u Zagrebu dosegla vodostaj od 455 cm.

U 1964. godini vodni val je u Radeču imao svoj maksimum 806 cm, dakle za 40 cm manje nego 1933. godine i rasprostirao se sve do ušća Krke u djelomično znatno sniženoj inundaciji. Kasnije mu se, za razliku od 1933. godine, pridružuju regulirane Sutla i Krapina s povišenim vodostajem, jer su i one izgubile dio prirodnog retencionog prostora. Između Podsuseda i Zagreba naišao je vodni val na dosta široku inundaciju, pa se nešto sploštio, ali je odmah ispod mosta na Savskoj cesti nastalo ponovno suženje inundacije i neminovno usporenje, a time i znatno podizanje vodostaja. Kulminacija je dosegla visinu od 514 cm. Dakle za 59 cm više nego 1933. godine.

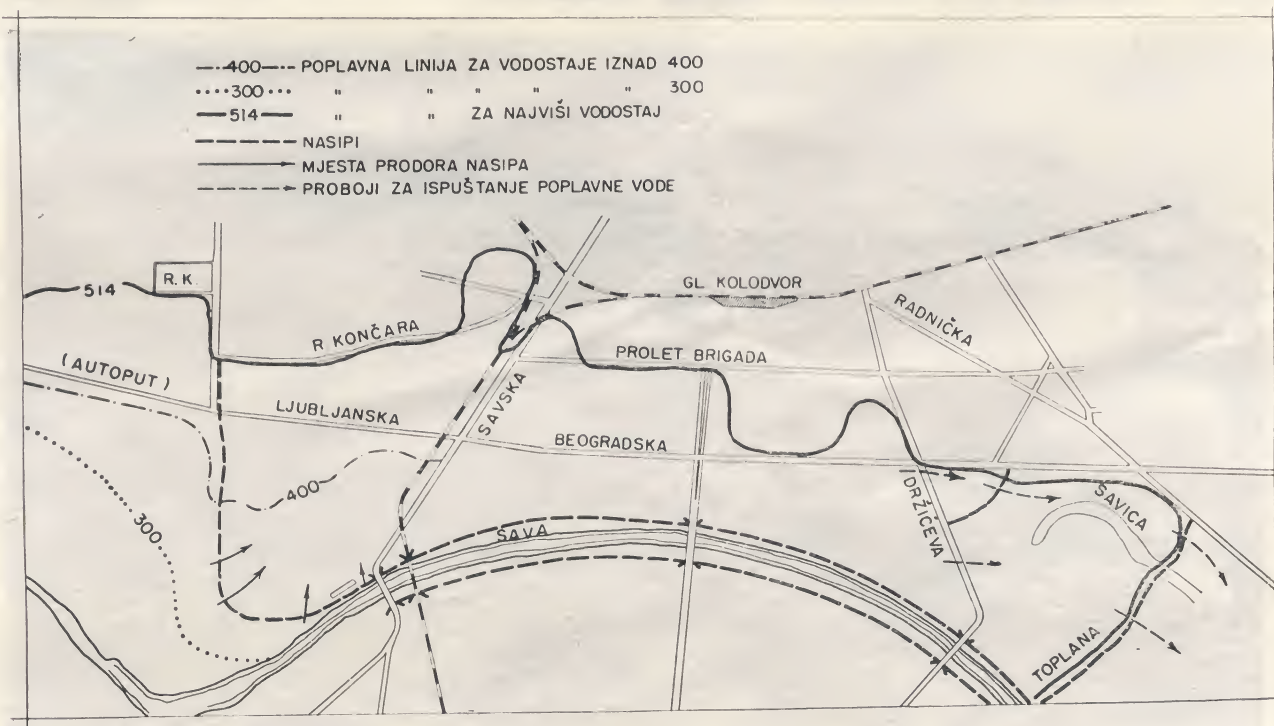
Kod vodostaja 470 u Zagrebu, inundacija je već između Podsuseda, autoputa i Savske ceste bila ispunjena. Naselja u tom području pod vodom su, a nivo vode dosiže kod mosta na Savskoj cesti krunu nasipa. Prema tome, svaki daljnji porast vodostaja značit će prelijevanje preko krune nasipa i time tešku situaciju još više otežati. Lijevi nasip neposredno uzvodno od Savske ceste počeo je popuštati, a vodostaj i dalje rasti. Tada je već nivo i u nizvodnom dijelu od mosta vrlo blizu krune nasipa, a na mjestima, uslijed niže krune, dolazi i do preljevanja. Vodokazna letva i dalje pokazuje porast, sva naselja zapadno od Savske ceste već su potpuno pod vodom, sve do autoputa.

Kod vodostaja od 500 cm, a taj je dosegnut 26. X u 4 sata ujutro, voda je prelila autoput zapadno od Savske ceste, a malo iza toga počela je preljevati i Savsku cestu i teći njome prema gradu, a uz to i puniti kasete istočno od Savske ceste, te područja Cvjetnog naselja. Već u 5,30 sati voda



Sl. 9: Most slobode

dopire Savskom cestom do Ulice proleterskih brigada na jugu, a istovremeno potpuno puni kasetu Cvjetno naselje i preljeva autoput nadirući u pravcu Ulice proleterskih brigada. Oko 6 sati vodostaj dosiže visinu od 510 cm, i tada su već pod vodom svi dijelovi grada uz Savu, na zapadu do blizu Uli-



Sl. 10: Skica nadiranja vode

ce Rade Končara, a na istoku do Ulice proleterskih brigada. U 8 sati vodostaj kulminira na 514 cm, a voda se izlijeva Savskom cestom do željezničke pruge, dopire do ulice Rade Končara, te nadire Brozovom prema Jukićevoj ulici u zapadni dio grada. Zatvaranjem podvožnjaka na Savskoj cesti kod Koturaške i podvožnjaka u Jukićevoj ulici, stvorena je uz željezničku prugu barijera, koja je spriječila daljnje prodiranje vode u centar grada. Istovremeno, sve do noći, voda puni jednu za drugom nizinske kasete u pravcu istoka i prema Držićevoj ulici, gdje počinje preljevati i Držićevu ulicu i autoput u pravcu područja Toplane, gdje se zaustavlja na nasipu industrijske pruge Toplane. Kako dalje uslijed pruge nije mogla otjecati, nivo se u ispunjenim kasetama počeo dizati i prijetila je opasnost da daljnji dijelovi grada, sjeverno od autoputa, dođu pod vodu. Nije preostalo drugo, nego da se Držićeva ulica probije na dva mjesta a također i industrijska pruga Toplane. Probijanjem ovih umjetnih barijera, aktivirana je inundacija Savice kojom je počelo istjecanje vode iz uzvodno ležećih kaseta u pravcu Save ispod Toplane.

Ovime je počela evakuacija vode iz napunjenih vrlo niskih kaseta između saobraćajnica u južnom Zagrebu. Na sreću, a zahvaljujući dosta velikom prirodnom padu, evakuacija vode iz poplavljenih područja, osim iz najvećih depresija, relativno je dosta brzo obavljena.

———

Zagreb se vraća normaliziranju života, i zaključuje se bilanca: onesposobljeno više od 10.000 stanova, uz ogromne štete na industrijskim objektima i opremi, komunikacijama i dr. Uz to je poplavljeno i na kraće vrijeme izbačeno iz operative oko 65% građevinske mehanizacije, propale ogromne količine cementa, itd.

A sada poslije svega, treba stvoriti još jedan zaključak: što prije, bez odlaganja, pristupiti temeljitom uređenju Save, i to takvom, koje će pružiti garanciju, da se ovakve katastrofe više neće ponoviti.

VISEĆI DRVENI MOST PREKO JABLANIČKOG JEZERA

Ing. Avdo Kadić, Sarajevo

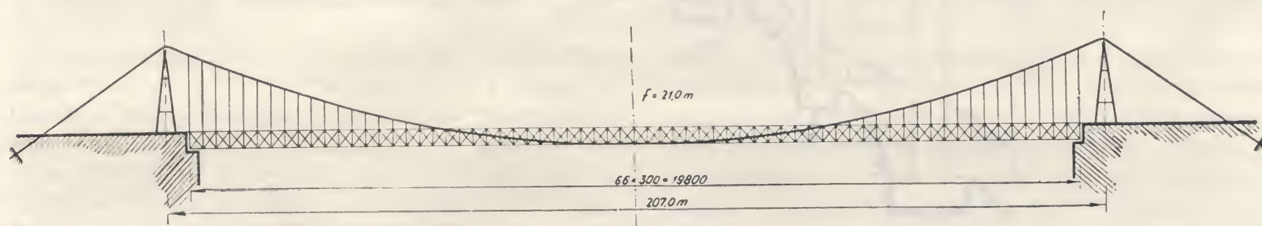
(Izvod iz referata održanog na III kongresu konstruktora u Sarajevu)

Stvaranjem akumulacionog basena Jablaničkog jezera bile su prekinute cestovne veze sa selima na desnoj strani rijeke Neretve na potezu od Jablanice do Konjica. Jedina veza, primitivnim čamcima preko jezera nije mogla zadovoljiti potrebe snabdijevanja, izvoza poljoprivrednih viškova i općenite saobraćajne potrebe. Zato je učinjen pritisak na HC Jablanicu da iz svojih sredstava na neki način omogući vezu tih sela s lijevom stranom jezera, željezničkom prugom i cestom Sarajevo—Mostar.

Širina jezera na najužem mjestu iznosi preko 220 m; pomišljalo se zato, da se izradi samo prevozna skela, međutim zbog znatnih oscilacija nivoa jezera, koja dostiže i do 30 m, pristup do skele bio bi vrlo otežan.

Skromna investiciona sredstva za izgradnju mosta nisu dozvoljavala izbor takvih rješenja koja zahtijevaju obimne i skupe radove, kao što su podvodno fundiranje, čelične rešetkaste konstrukcije velikih raspona i sl.

Nakon potanjih studija predložio sam izgradnju visećeg mosta od čelika i drveta s betonskim stubovima. Prvotno je izrađen projekat visećeg mosta sa opterećenjem od navale ljudi sa 200 kg/m² uz jedno vozilo od 7 t. U toku realizacije ovoga projekta, postavio se zahtjev da se most prilagodi za veća opterećenja, jer se predviđa eksploatacija drvne mase s većih šumskih površina koje se nalaze na desnoj strani jezera. Zato je proračunsko opterećenje povećano na vozila od 9 t i za ljudsku navalu od 400 kg/m².



Sl. 1

Odgovarajuća čelična užad nisu bila nabavljena uvozom iz inostranstva, jer devizna sredstva za to nisu postojala, nego su srećom u rudniku Trepči pronađena neiskorištena užad Ø 42 mm, svojevremeno nabavljena za žičaru, koja nije izgrađena. Teškoća je bila u tome što je za ovaj objekt trebalo, za proračunate sile uz faktor sigurnosti 3,

Sl. 2

sa svake strane po 6 užadi, pa je to stvaralo izvjesne teškoće kod spajanja i nesigurnost kod ravnomjernog prenošenja opterećenja svakog pojedinog užeta. S obzirom na činjenicu da su čelična užad bila stara, te s obzirom na potrebne spojeve užadi, ispitano je svako pojedino uže na kidanje u Zavodu za ispitivanje materijala i konstrukcija Tehničkog fakulteta u Sarajevu.

Glavni drugi element mosta — grede za ukrućenje, izvedeni su kao drveni rešetkasti nosači. Jasno je, da je ovako improvizirana konstrukcija zahtijevala primjenu detalja, koje je trebalo samostalno projektirati, jer nije bilo moguće naći uzoraka u raspoloživoj stručnoj literaturi.

Armirano betonski blokovi za usidrenje izvedeni su u litici. Užad je vezana blokom pomoću specijalnog uređaja sa kojim se može natezati i popuštati svako pojedino uže. Ovim uređajem izvršeno je i tačno centriranje mosta. Uređaji su smješteni u bloku i ostavljaju se pristupačni za eventualnu kontrolu, odnosno rektifikaciju.

Armirano betonski stubovi projektirani su u obliku slova A a visoki su 18 m; oni leže na temeljima od nabijenog betona. Na vrhu stubova postavljeni su klizni ležaji za provođenje užeta.

Poprečni su nosači izvedeni od čelika a postavljeni na udaljenost od 3 m, na njima leže po dvije drvene rešetkaste grede za ukrućenje sa svake strane. Poprečni nosači su od valjanih profila U-20 i obješeni su na vertikale od okruglih ili čeličnih šipaka Ø 30 mm. Veza s vertikalama riješena je pomoću češljeva od livenog aluminija, da ne bi došlo do lokalnog oštećenja užadi.

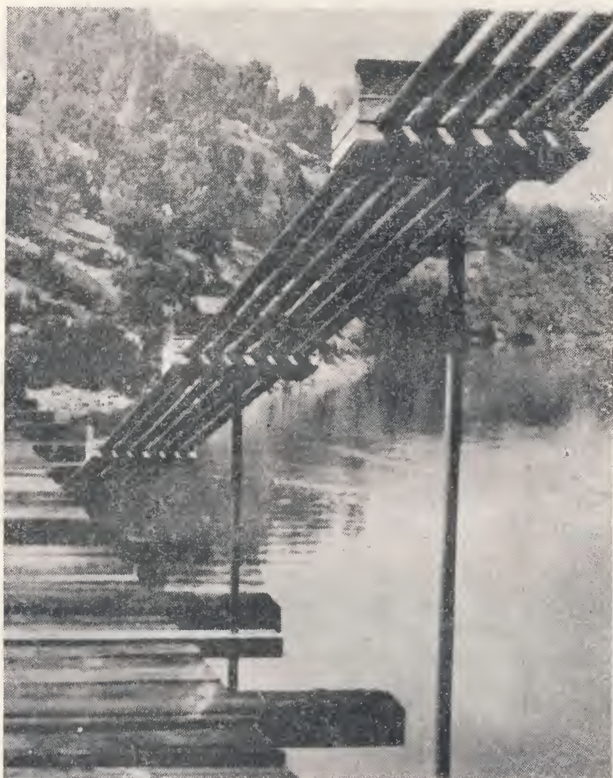
Grede za ukrućenje, raspona je 198 m a visoka 3 m. Međusobno su ti nosači ukrućeni u ravnini

Sl. 3

gornjeg i donjeg pojasa s podom od platica a dolje s vjetrovnim vezom od čeličnih ugaonika.

Drvena građa od crnog bora premazana je s karbolineumom, i smatramo da je vijek te građe 15 do 20 godina. Most je izgrađen i pušten u pogon 1959. godine.

Ukrućenje protiv vjetra je veoma važno za stabilnost mosta, jer je most vrlo uzak (odnos širine prema dužini je 3,60/200—0,018). Zato je izvedena posebna konstrukcija vjetrovnog sprega, koja je ukrutila most u oba pravca u horizontalnom smjeru.



Sl. 4

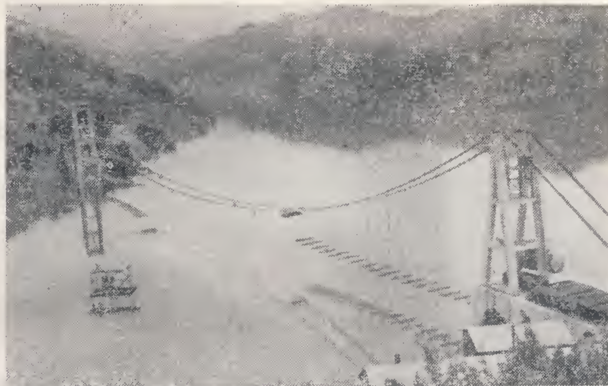
Izvedena su horizontalna užeta kao lančanice vezane s horizontalnim vješaljkama, postavljenim na svakih 9 m, od užeta vjetrovnog sprega na nosaču za ukrućenje. Horizontalno uporište lančanice su dva horizontalna rešetkasta čelična stupa. Čelična užeta vjetrovnog sprega sidrena su u blokovima u posebnoj komori, koja je dostupna, te je moguća stalna kontrola i eventualna rektifikacija dužine užeta.

Statičko ispitivanje izvršeno je uzimajući u obzir deformaciju grede za ukrućenje i kabla, po teoriji I reda. Statički prekobrojna horizontalna komponenta sile u kablu dobijena je pomoću teoreme Kastiljana a s njom i uplivnice za statičke veličine. Sistem je ispitan i po teoriji II reda, uzimajući u obzir deformabilnost sistema.

Takvi se mostovi, kao što je poznato, pod uticajem vanjskih sila kao i promjene temperature znatnije deformišu od drugih konstrukcija, pa su još koncem prošlog stoljeća razni autori upozorili da to treba uzimati u obzir kod proračunavanja, jer razlike u statičkim veličinama koje se dobiju primjenjujući teoriju I i II reda nisu takve da ih se može zanemariti.

U projektu je primjenjena metoda Bleiha, po kojoj se rješenje dobije u obliku beskonačnog reda u kojem, osim kojeficijenata reda, figurišu i karakteristične funkcije izražene pomoću sinusa.

Konkretno je ovdje bio najveći pozitivni momenat izračunat po tačnoj teoriji manji za 36% od onoga po približnom proračunu; najveći negativan momenat za 6% manji od onoga po približnom proračunu, dok je najveća sila u kablu za 21 posto veća od one po približnom proračunu.



Sl. 5

Ako se uzme u obzir da ova smanjenja ili povećanja proizlaze od samog korisnog opterećenja, onda je apsolutno povećanje sile u kablu samo 7%, jer je stalno opterećenje u našem slučaju tri puta veće od korisnog. Za momente ostaju iste vrijednosti, jer su momenti od stalnog opterećenja jednaki nuli.

Probno opterećivanje mosta izvršeno je sa kamionom tipa »TAM-4500« težine 9 t, te postepenim razastiranjem šljunka preko kolovoza mosta, ostvarujući jednako podijeljeno opterećivanje od 400 kg/m^2. Tokom čitavog opterećivanja mjereni su preciznim mehaničkim instrumentima različiti uticaji od probnog opterećenja i temperaturne razlike na preko 38 tačaka. Kod ovih ispitivanja bilo je interesantno ispitivanje napona u pojedinim kablovima, da se vidi da li na svako uže otpada jedna šestina opterećenja.

U prosjeku, izmjereni naponi u svim presjecima iznose oko 98% odgovarajućih računskih napona, može se dakle reći, da su užad u svim presjecima primala približno jednaki dio opterećenja.

Izmjerene veličine progiba bile su logične po veličini i obliku rasprostiranja duž čitave konstrukcije. Maksimalni progib u sredini raspona, za opterećenje jednako podijeljenim teretom po čitavom mostu, iznosio je 29,3 cm, a za opterećenje na po-



Sl. 6

lovini raspona 34,0 cm. Računski progibi prema teoriji II reda su znatno veći, za opterećenje na polovini raspona oni iznose 52,9 cm.

Projekat mosta s radioničkim nacrtima izrađen je u Konstruktivnom birou GP »Hidrogradnja«. Izvođenje mosta preuzelo je također GP »Hidrogradnja«.

Kako se nije moglo nabaviti užad potrebne dužine, moralo se užeta nastavljati pomoću specijalnih vezica, koje su bile izrađene u rudniku Trepča. Nakon montaže užadi, svako pojedino uže probno je opterećivano sa silom 1,5 većom od proračunske (teretom na sredini polja; pomoću čelične cisterne zapremine 30 m^3 koja je punjena s vodom). Za vrijeme ispitivanja mjereno je istezanje, odnosno popuštanje užadi na pojedinim spojevima sa vezicama. To je popuštanje iznosilo od 9 do 14 mm sa svake strane vezice. Proračunato nadvišenje bilo je 90 cm.

Vertikale i češljevi montirani su pomoću specijalnih kolica koja su se za vrijeme montaže kretala po lančanici. Poprečni čelični nosači sa vjetrovnim vezom montirani su pomoću ploveće skele, jer je za vrijeme te montaže nivo jezera bio visok.

Nakon završetka čeličnih dijelova mosta, montirani su drveni rešetkasti nosači, i to svaki posebno. Unaprijed su u tesarskoj radionici izrađeni drveni elementi s izbušenim ležajima za prstenaste čelične moždanike, sastavljeni su direktno na poprečnim nosačima mosta i kasnije međusobno vezani u krutu cjelinu. Posao na montaži drvenih re-



Sl. 7

šetki tekao je bez prekida i nije bilo teškoća; završen je u roku od mjesec dana.

Sva borova građa bila je prije montaže premazana (potapanjem u basenu).

Vjetrovni vez postavljen je nakon dovršetka ostalih dijelova mosta i kolovozne ploče.

S obzirom na potrebe odvojenih sela, most je korišten za prolaz i prije montaže vjetrovnog veza, međutim, tehnički prijem mosta izvršen je nakon završenih radova u septembru 1960. godine.

Slike 1—6 prikazuju presjeke i faze montaže, a sl. 7 — gotov objekat.

Kratke vijesti

TURISTIČKA MJESTA U OKOLINI ŠIBENIKA GRADE PRIKLJUČNE CESTE NA MAGISTRALU

ŠIBENIK. Većina priobalnih turističkih mjesta šibenske komune: Jezera, Slanica, Betina, Vodice, Murter, Tijesno, Primošten i neka druga — dobrovoljnim radom izgrađuju prilazne ceste na Jadransku magistralu, i asfaltiraju sela. Izgradnjom priključaka na glavnu saobraćajnicu, mnoga mjesta omogućila su pristup turistima, jer je pretežno raniji prilaz bio nemoguć automobilima, a jedina veza je bila morskim putem, parobrodom ili ribarskim čamcem.

U očekivanju dovršenja posljednjeg dijela Jadranske magistrale, priključak na Magistralu priprema i Zaton nedaleko Šibenika. Potrebnu dokumentaciju i ispitivanje terena osigurat će jedna ekipa šibenskih inženjera. Od četiri postojeće varijante, koje su oni dosada predložili, najpovoljnija je ona uz morsku uvalu — s vrlo minimalnim usponom, najkraćom trasom cca 3.200 m (najduža 5.100 m) i najkraći izlaz do mosta preko Krke — odnosno Šibenika, gdje Zaton ima idealnu priliku za plasman svojih poljoprivrednih proizvoda i ribe.

Prema gruboj procjeni stručnjaka, izgradnja ove ceste iznosit će približno 160 miliona dinara. S obzirom da iznos daleko premašuje mogućnosti jednog malog mjesta — pomoć će se zatražiti iz republičkih fondova.

M. M.

U ŠIBENSKOJ LUCI GRADI SE SKLADIŠTE ZA RASUTE TERETE

ŠIBENIK. Tendencija kretanja prometa u Šibenskoj luci pokazuje da će za kratko vrijeme glavnina prometa preko šibenske trgovačke luke — koja je najbliži izlaz na more za čitavo srednje i sjeverno dalmatinsko zaleđe i veći dio sjeverozapadne Bosne — odnositi na uvoz sirovih fosfata i ugljena, te izvoza drveta, željeza, aluminijuma, rudače i ostalih tereta. S obzirom da je dosadašnji način rada kod manipulacije sirovog fosfata imao dosta smetnji, i onemogućavao racionalno iskorištenje svih lučkih kapaciteta, ukazala se potreba izgradnje zatvorenog skladišta, koje bi bilo regulator saobraćajnih kapaciteta i priliva robe u luku.

Dovršenje skladišta od 9.000 m^3 planirano je za kraj godine. Ovo zaista univerzalno skladište moći će odjednom primiti 13,5 tisuća t sirovog fosfata ili sličnog tereta, dok mu je godišnji kapacitet 160 tisuća t rasutih tereta. To se u stvari podudara s godišnjim optimalnim prometom ovog poduzeća. Skladište investira poduzeće »Luka« koje je pred nekoliko godina izvelo dva montažna skladišta na gatu »Vrulje« za manipulaciju komadne robe.

M. M.

O SPECIJALIZACIJI ZAGREBAČKOG GRAĐEVINARSTVA

U stručnoj se javnosti već veoma dugo raspravlja o problemima organizacije i specijalizacije zagrebačkog građevinarstva.

Danas na području Zagreba posluje 26 građevinskih poduzeća, od kojih samo dva imaju užu specijalizaciju, a to su »Jugomont« u stambenoj izgradnji i »Jugobeton« u prizvodnim halama, skladištima i sličnim kapacitetima.

Struktura radova ostalih poduzeća je vrlo različita i uvelike zavisi o slučajnim zahtjevima tržišta, a najmanje o raspoloživim tehničkim sredstvima i mehanizaciji, odnosno podobnosti pojedinih poduzeća. I oprema ovih poduzeća nabavlja se nesistematski i bez određenih koncepcija. Činjenica je da su svi kapaciteti zagrebačkog građevinarstva u sadašnjim uvjetima osposobljeni da tržištu daju godišnje oko 4000 stanova, iako bi u normalnim uvjetima morali davati mnogo više.

Stambena izgradnja u ukupnoj građevinskoj djelatnosti u Zagrebu čini manje od 30%. Nedavnom katastrofalnom poplavom u velikoj mjeri upravo su oštećena građevinska poduzeća. Sve to zahtijeva temeljito rješenje. Računa se da je oštećeno oko 65% zagrebačke operative, i to baš u vrijeme kad su više nego udvostručeni zadaci ove djelatnosti. U godini 1965. trebalo bi u Zagrebu proizvesti oko 14.000 stanova. A kako to postići, pitanje je koje se permanentno nalazi na dnevnom redu. Građvinska operativa s drugih područja naše zemlje preuzet će gradnju oko 5000 stanova. Postavlja se problem kako osposobiti zagrebačko građevinarstvo da ono postane još značajniji faktor u stambenoj izgradnji.

Za proizvodnju stanova — kako je već istaknuto — specijaliziran je samo »Jugomont«, a ostali se time bave s vremena na vrijeme. Međutim, učešće stambene izgradnje u ukupnoj produkciji zagrebačkog građevinarstva suviše je malo, dok su potrebe u stalnom porastu.

Prijedlog organizacije zagrebačkog građevinarstva svodi se na osposobljavanje kompletnih inženjering organizacija, a pomoću kojih se može postići specijalizirana industrijska proizvodnja stanova, i to primjenom montažnih ili polumontažnih sistema izvedbi.

Uz »Jugomont« bi trebalo formirati još jedno takvo specijalizirano poduzeće, pa bi oni mogli davati godišnje 6000 stanova, a ostala zagrebačka građevinska poduzeća 3000, dok bi ostatak (u god. 1965. do 14.000) dala operativa s drugih područja.

R. P.

BRANA »GRAČANKA« KOD PRIŠTINE

Završen je glavni dio nasipavanja brane »Gračanka« na istoimenoj rijeci, 4 km od historijskog manastira Gračanice u blizini Prištine.

Podizanjem ove brane i stvaranjem akumulacionog jezera potpuno će se riješiti opskrba grada Prištine i okolice vodom. Djelomično će se voda iz ove akumulacije koristiti i za navodnjavanje zemljišta.

Nasuta zemljana brana duga je u kruni 270 m, a njena maksimalna visina je 52 m. Širina brane u kruni iznosi 6 m, a maksimalna širina u stopi brane 170 m. Kao zaptivni sloj kod ove brane služi glineno jezgro postavljeno u sredini brane sa obostranim filterima do glavne mase nasipa, koji se radi od lomljenog kamena. Evakuacija suvišnih voda obavit će se preko betonskog preliva i tunelskog ispusta.

Da bi se radovi na brani odvijali normalno, bilo je neophodno izraditi optočni tunel kojim su skrenute vode rijeke Gračanke. Mjesto predviđeno za akumulaciju brane zahtijevalo je i premještanje ceste u dužini od 2 km na relaciji Priština—Gnjilane.

Intenzivni radovi na izgradnji ove brane bili su započeti u maju 1964. Prema projektu, do potpunog završetka radova na brani potrebno je iskopati 41.250 m^3 i nasuti 516.000 m^3 zemlje, kamena i filtera. Radove izvodi beogradsko preduzeće »Hidrotehnika«, koje je prethodno sistematski provelo opsežne pripremne radove, te uvelo potpunu mehanizaciju.

Prema procjeni stručnjaka, voda će početi da se skuplja u akumulaciji »Gračanka« od 31. marta 1965.

R. P.

ZAVRŠENA IZGRADNJA LJUBLJANSKOG AERODROMA

Novi ljubljanski aerodrom u Brniku kraj Kranja svrstan je nedavno u A-kategoriju. Time je završena njegova izgradnja. Projektant je ing. Josip Didek. Suradnici: Anton Urankar, Branko Koderman i Zdenka Vajde, svi iz Slovenija-projekta. Statičar je Ing. Miloš Lukić iz Beograda.

Aerodrom je bio otvoren 24. XII 1963. Tada je pored kontrolnog tornja i pristanišne zgrade imao i 2200 m dugačku stazu za sletanje i uzletanje aviona do 110 t težine. Time je bila završena prva faza izgradnje aerodroma. Međutim, potrebe su zahtijevale da se zbog veće sigurnosti pista produži za još 800 m, kao što je to projektom prvobitno i bilo predviđeno. U aprilu 1964. bili su radovi nastavljeni.

Produženjem staze u izvođenju kolektiva »Slovenija-ceste« završena je izgradnja ovog civilnog zrakoplovnog centra u Sloveniji, u koji je investirano oko 3,5 milijardi dinara.

Novi je aerodrom dobio još i hangar za male turističke avione, kao i bazu pogonskog goriva, kapaciteta 600.000 l. Osim toga na aerodromu se smjestila i baza zrakoplovnog poduzeća »Adria-Aviopromet«. U izgradnji je ograda oko aerodroma i motel u gorenjskom stilu.

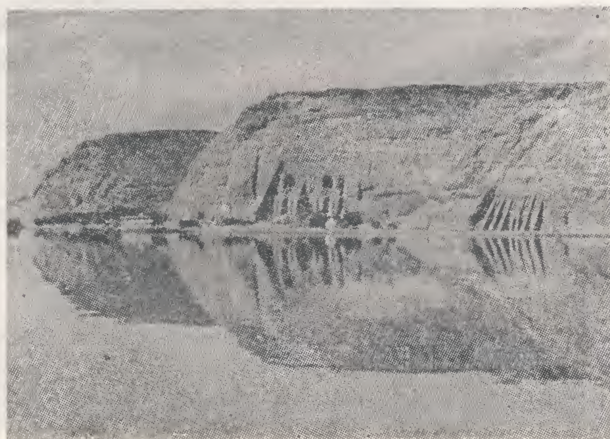
R. P.

Iz inozemnih časopisa

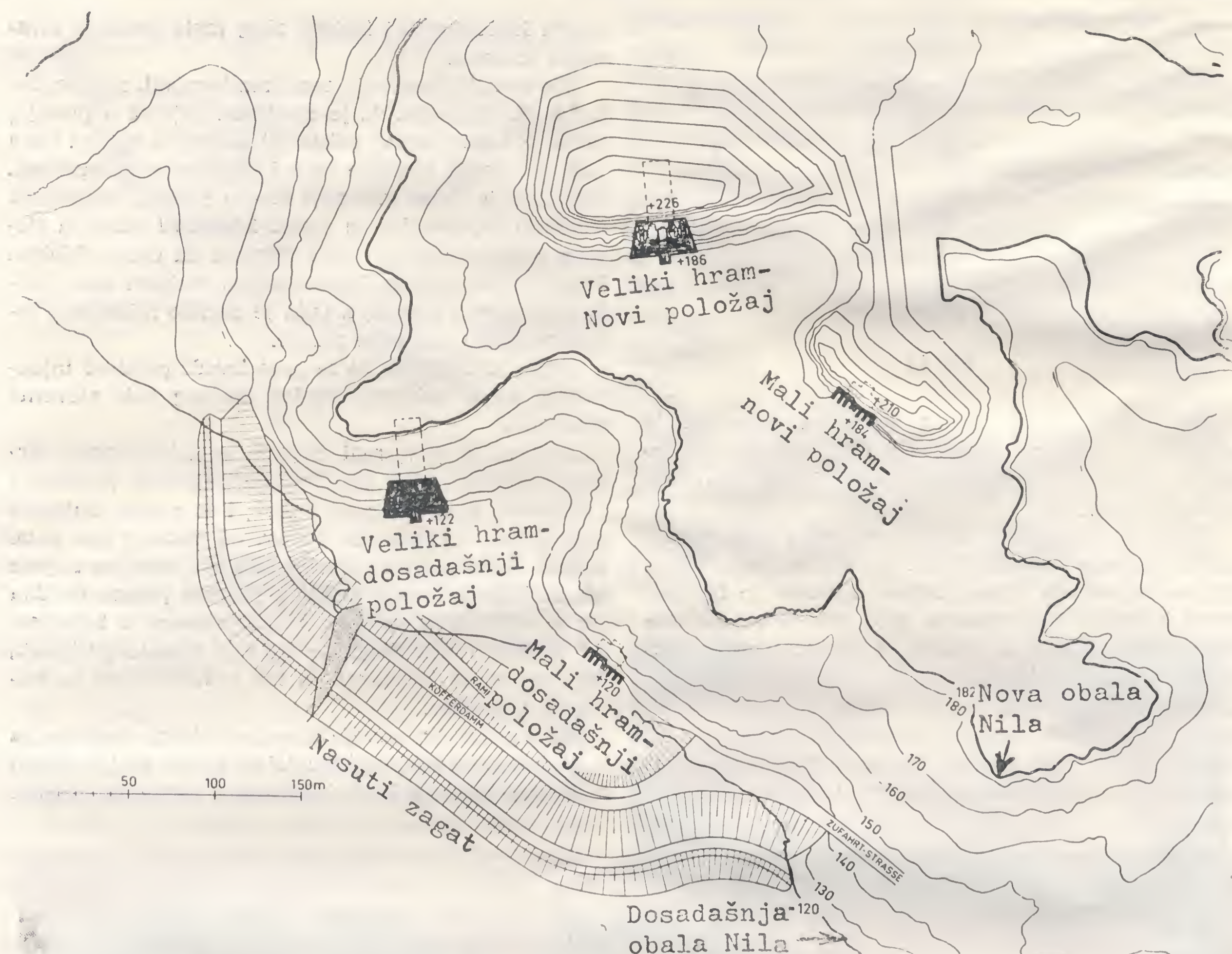
PREMJEŠTANJE HRAMOVA ABU SIMBEL
Bau Mashine und Technik, OKT. 1964

U septembru 1963. god. izdati su radovi na premještanju podzemnih hramova Abu Simbel jednom konzorciju od 6 egipatskih i inozemnih građevinskih poduzeća, pod rukovodstvom njemačke firme Hochtief, A. G., Essen. Kako je poznato, radi se o spomenicima izuzetne kulturno-historijske vrijednosti, koji bi u današnjem položaju bili poplavljeni novim akumulacionim jezerom, koje će nastati izgradnjom velike brane na Nilu kod Assuana (sl. 1).

O projektima za spasavanje ovih hramova bilo je pisano u »Građevinaru«. Svojevremeno se činilo da će biti usvojen talijanski projekat, koji je predviđao podizanje cijelog hrama na istom mjestu na viši nivo, jer su ostala rješenja (uglavnom zaštita hramova izvedbom visokih brana raznih sistema) bila opterećena izvjesnom nesigurnošću i predstavljala u estetskom pogledu svakako vrlo nepovoljna rješenja. Međutim, troškovi podizanja hramova iznosili bi prema talijanskom projektu preko 60 milijuna dolara. Budući da usprkos velike međunarodne akcije i angažiranjem UNESCO organizacije, nisu mogla biti prikupljena potrebna financijska sredstva za realizaciju ovog smjelog projekta, i moralo se pribjeći traženju jednog manje elegantnog, ali zato jeftinijeg rješenja.



Sl. 1: Pogled na hramove Abu Simbel



Sl. 2: Situacija starog i novog položaja hramova

U vezi toga korištena su iskustva stečena u Egiptu na prijenosu i premještanju drugih manjih hramova metodom sječenja u pojedine elemente i njihovom prijenosu i ponovnom sastavljanju na novoj lokaciji. Navedeni konzorcij poduzeća predložio je takvu metodu i za hramove Abu Simbel. U prvom redu predviđena je izgradnja jednog nasutog zagata ispred hrama. Ovo s razloga, što će se rijeka Nil zbog napretka radova na velikoj brani na tom mjestu usporiti već do septembra 1964. god. za oko 8 m. Ovaj zagat ima 370.000 m³ kamenog i pješčanog nasipa, a za njegovo otješnjenje treba pobiti 13.000 m² Larssen-čeličnog žmurja. Paralelno s izgradnjom ovog zagata obavlja se otkop naslojа nad samim hramom. Radi se o iskopu i odvozu oko 150.000 m³ pješčenjaka. Ovaj rad se obavlja bez upotrebe eksploziva i uz najveći oprez, jer su stijene i strop podzemnog hrama već napuknuti. Strop hrama podupire se za vrijeme ovih radova, a pukotine saniraju injekcijama.

Nastavno na ove radove slijedi sječenje stijena i stropova podzemnih hramova u blokove težine 20—30 tona. Pojedini blokovi odvoze se na deponiju neposredno uz novi položaj ovih hramova i ovdje istovaruju pomoću portalne dizalice. Računa se da će svega trebati prenijeti oko 5.800 m³ takvog zida. Izgradnja hramova je na obližnjem mjestu koje je za 64 m više, i udaljeno za oko 180 m od prvotnog položaja. (Sl. 2). Sastav hramova obavlja se uz pomoć jedne privremene skele i izgradnje jedne armirano-betonske konstrukcije, na koju će biti ovješeni pojedini elementi-bolokovi hrama. Iznad ove konstrukcije će se izvesti betonska kupola, koja će preuzeti opterećenje nasipa.

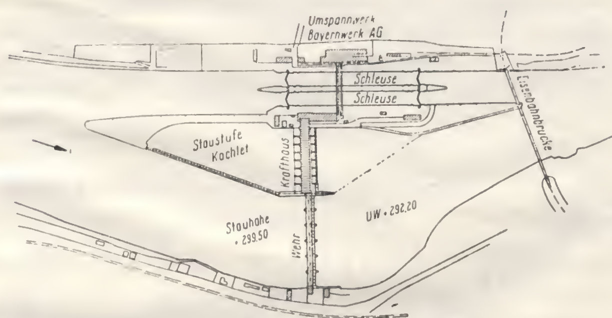
V. J.

SANIRANJE BETONSKIH ZIDOVA KOMORA DVOSTRUKE SPLAVNICE KACHLET POMOĆU CEMENTNIH INJEKCIJA

»Die Bautechnik« — April 1964

Usporna stepenica Kachlet na Dunavu građena je 1922—1927. godine, a nalazi se cca 3,5 km uzvodno od Passaua. Objekat je građen od betona. Splavnice ovog objekta su u neprekidnom pogonu od 1925. (sl. 1a, b).

Beton za komore splavnice rađen je s 120 kg cementa na 1 m³ betona, a za njihove ulazne i izlazne objekte sa 160 kg cementa na 1 m³ betona (sl. 2). Za pripremu betona upotrebljavao se šljunak iz Dunava, i to većinom u onom stanju u kakvom se vadio tj. bez separiranja. Beton je ugrađivan i nabijan ručno.



Sl. 1a

Na vodnoj strani zidova splavnica nabačena je 1929—1930. torkretna žbuka, a u 1957. izvedena je, između strojarnice i ulaznog objekta južne splavnice, injekciona zavjesa.

Kasnijim pregledom zidova splavnica kod ispražnjenih komora ustanovila su se znatna oštećenja i propusnost betona. Beton zidova općenito je bio porozan i drobiv. Na mjestima gdje nije bila nabačena pneumatska žbuka iz zidova se lakoćom mogao izgrepsti šljunak i pijesak.

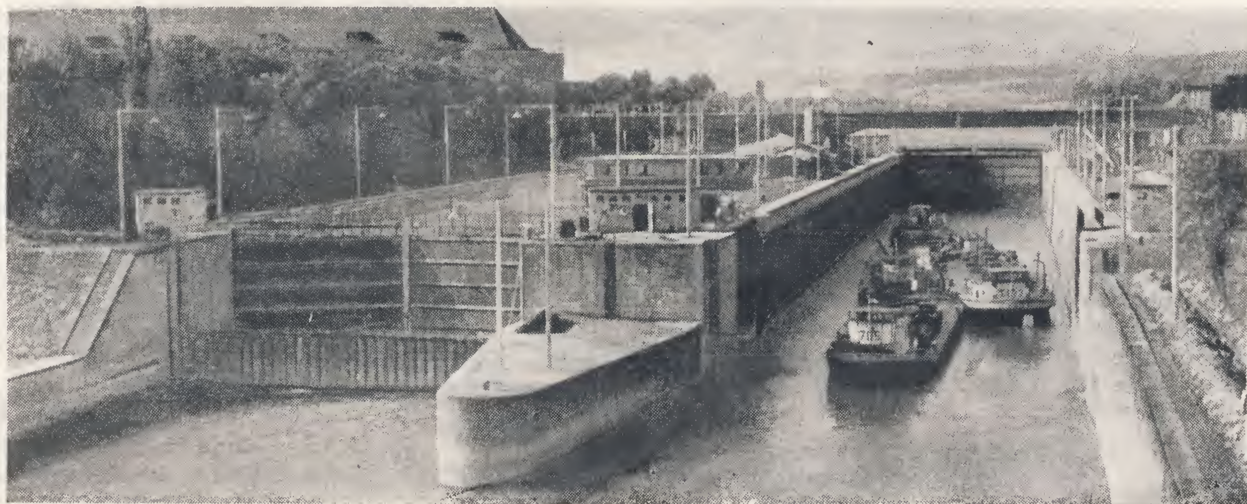
Naknadno izvedeni istražni radovi i izvađeni uzorci betonske jezgre potvrdili su navedena zapažanja, tj. rezultati ispitivanja pokazali su da je šupljikavost betona 24%, a čvrstoća cca 50 kg/cm². Propusnost se nije mogla laboratorijski ispitati zbog male čvrstoće izvađenih uzoraka.

Na temelju dobivenih rezultata istražnih radova, došlo se do zaključka da je stabilnost objekta u pitanju, te da je nužno odmah pristupiti saniranju betona kako radi povećanja čvrstoće tako i smanjenja propusnosti. Odlučeno je da se saniranje izvede pomoću cementnih injekcija. Djelomično se moglo iskoristiti iskustva stečena ranije izvedenim injektiranjem na ovom objektu. Međutim, do tada su injektiranjem sanirani samo blokovi masivnog betona, a sada je trebalo injektirati relativno tanke betonske zidove.

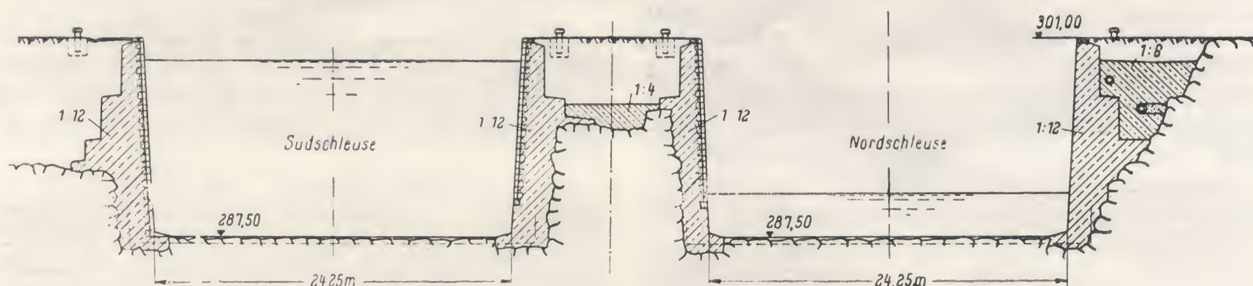
Stoga je odlučeno da se prvo izvede pokusno injektiranje na 4 izabrane dionice obalnog zida sjeverne splavnice.

Poslovi su povjereni dvjema specijaliziranim firmama. Na prijedlog tih firmi, injektiranje je bušeno vertikalno, kroz betonske zidove, i to u nizu bušotina koji je bio udaljen cca 80 cm od vodnog lica zida. Bušeno je od gornje površine zida do temeljne stijene (sl. 3). Nije se moglo bušiti u jednom potezu do dna jer se od 6—8 m na dolje beton osipavao u bušotinu, što je kočilo rad. Stoga se bušenje moralo prekinuti, izbušena etaža injektirati, a tek poslije moglo se nastaviti bušenjem.

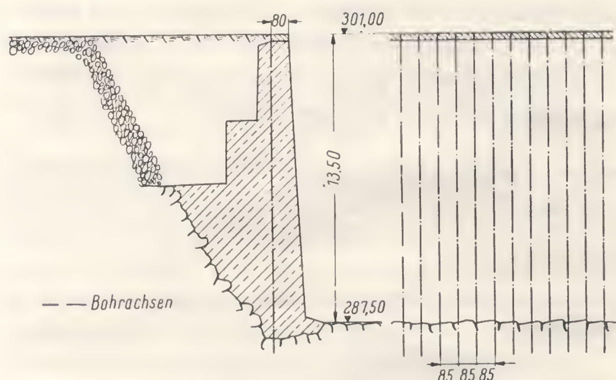
Na ovaj način povećalo se predviđeno bušenje za injektiranje na pokusnoj dionici od 1318 m za još 1870 m ponovnog bušenja kroz injektiranu cementnu jezgru.



Sl. 1b



Sl. 2



Sl. 3

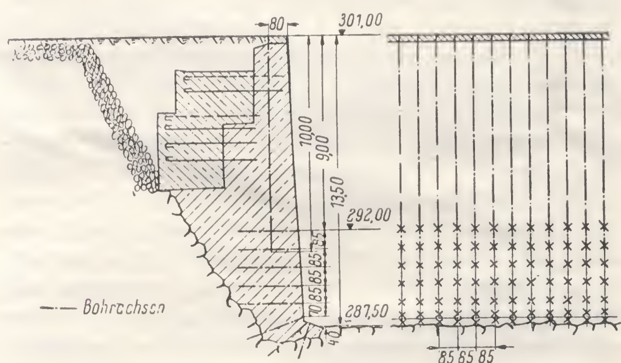
Usvojeni prijedlozi izvođača u vezi s upotrebom injekcionih smjesa bili su različiti. Jedan je predlagao (bez obrazloženja) injektiranje s injekcionim smjesama uz upotrebu cementnog faktora 0,5 do 2, a drugi s faktorom 2 do 5, s obrazloženjem da je za transport cementnih zrna kroz pukotine i šupljine potrebna veća količina vode, koja će se, tokom injektiranja pritiskom iz smjese, isfiltrirati.

Sa smjesama uz upotrebu većeg vodocementnog faktora utrošeno je na 881 m osnovnog bušenja i 1346 m ponovnog bušenja 37 t cementa, a sa smjesama uz upotrebu malog vodocementnog faktora utrošeno je na 437 m osnovnog bušenja i 542 m ponovnog bušenja 67 t cementa, dakle znatno više. Završni pritisak u oba slučaja bio je jednak.

Rad je za oba izvođača obračunat po 1 satu rada injektora.

Za ubrizgavanje 37 tona cementa utrošeno je 701 sat rada injektora (19 sati 1 tona cementa), a za 67 tona cementa utrošeno je 233 sata rada injektora (3,5 sati po 1 toni cementa).

Ponuđene cijene izvođača za 1 sat rada injektora bile su približno u odnosu 2 : 3.

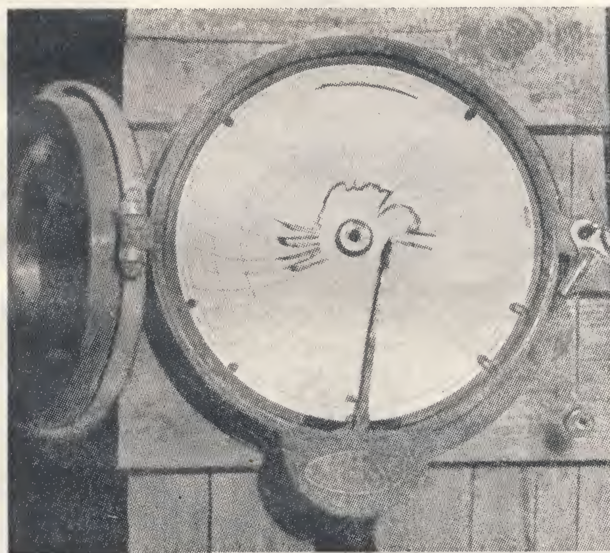


Sl. 4

Na temelju dobivenih iskustava i pokazatelja na probnim dionicama, glavne radove na saniranju nastavilo je poduzeće Eurosond. Poslije detaljno ispitanih smjesa koje su rađene raznim cementima i vodocementnim faktorima te plastifikatorima, izabran je portland cement finoće meljave između 3600—4000 cm^2/g po Blainu, a sa ostatkom od 1,8% na situ od 4900 otvora, te 5,4% na situ od 10.000 otvora/cm^2. Kao najbolji plastifikator pokazao se Solpenetrit »C«, kod dodavanja u količini od 1%.

Zbog osipavanja betona u injekcionim bušotinama prvo se injektiralo kroz horizontalno izbušene bušotine u zoni zidova ispod 6—8 m dubine, pa na dolje do temeljne stijene. Na ovaj način smanjeno je ponovno bušenje na 0,4% osnovnog bušenja (sl. 4).

Injektirano je u etažama od 2—4 m, s pritiscima do 15 atm. Ubrizgavanje se započelo smjesama pripremljenim s vodocementnim faktorom 2, a kad se postigao pritisak, prelazilo se na smjese s faktorom do 0,5. Pritisak ubrizgavanja mjerio se samoregistrirajućim manometrima, a eventualni pomaci zidova — na kontrolnim instrumentima (sl. 5 i 6). Tolerirali su se pomaci od maks. 2 mm, jednaki onima koji su se pojavljivali i u periodu između punjenja i pražnjenja komora.



Sl. 5

Uspjeh injektiranja kontroliran je bušenjem na svakih osam metara saniranog zida. Pokazalo se da je broj kontrolnih bušenja bio premalen, ali zbog velikih troškova moralo se odustati od daljnjih kontrolnih bušenja.

Izvađeni kontrolni uzorci imali su uglavnom glatku površinu, pore i šupljine zapunjene cementnom smjesom, te su se mogli vaditi u dužim komadima. Bilo je uzoraka s vidljivo velikim šupljinama koje nisu bile ispunjenje injekcionom masom. Bušotine koje su služile za jezgrovanje upotrebljavale su se i za ispitivanje propusnosti. Rezultati ispitivanja pokazivali su još uvijek veliku propusnost, pa je za preuzimanje rada bio postavljen blagi kriterij od 4 l/min po 1 etaži kod pritiska od 3 atm, a 8 l/min po 1 etaži kod pritiska od 5 atm.

Čvrstoće betona ispitivane su na uzorcima jezgre Ø 300 mm a dužine 20 cm (sl. 7).

Sanirani beton imao je vrlo različite rezultate čvrstoće, od 128 kg/cm² do 429 kg/cm². Srednja vrijednost na 15 uzoraka bila je 220 kg/cm².

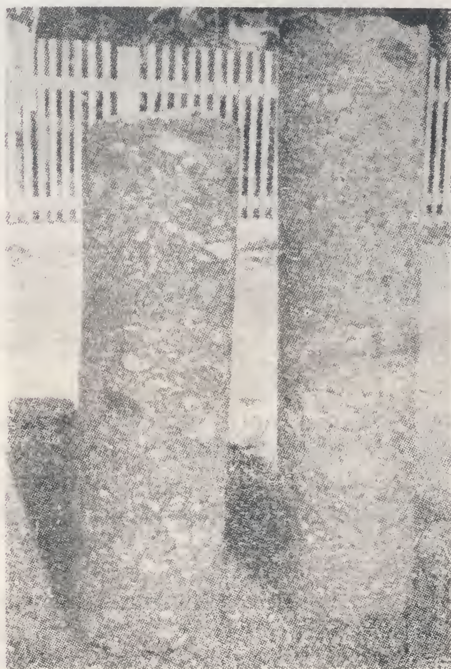


Sl. 6

Na saniranju obiju splavnica izvedeni su ovi radovi:

bušenje za injektiranje	44 600 m
bušenje s vađenjem jezgre	1 600 m
ponovno bušenje	1 995 m
vrijeme ubrizgavanja — rada stroja	12 600 sati
utrošeno cementa	2 300 t.

Pri ukupnoj kubaturi zidova splavnica od 55 000 m³, iznosilo je:



Sl. 7

bušenje po 1 m³ betona	0,88 sati
vrijeme ubrizgavanja po 1 m bušotine	0,26 sati
utrošak cementa po 1 m bušotine	48 kg
utrošak cementa po 1 m³ betona	42 kg,

odnosno ukupno je utrošeno 1,266.000 DM za saniranje betona zidova splavnica tj. 23 DM 1 m³ injektiranog betona. Po 1 kg ubrizganog cementa plaćeno je 0,56. DM.

Na temelju postignutog rezultata saniranja može se zaključiti:

— Cementnim injekcijama uspjelo je u znatnoj mjeri poboljšati čvrstoću betona i sigurnost objekta,

— naknadnim saniranjem cementnim injekcijama nije moguće dostići onu kvalitetu betona koja se danas postiže modernim načinom i postupcima betoniranja,

— upotrebom samo postupka injektiranja nije moguće naknadno postići onu nepropusnost betona koja se normalno traži i danas postiže.

G. Greiner

ISKUSTVA IZ DETALJNE ODVODNJE

Wasser und Boden, 10/1963 — Hamburg

Odvodnja je važna mjera za intenzifikaciju poljoprivredne proizvodnje i bez nje nije moguće zamisliti bilo kakvu trajnu proizvodnju, jer su naše klimatske i pedološke prilike takve da traže osim prirodnog dreniranja i umjetno, putem umjetnih kanala. Iskustva iz tog područja potrebna su i korisna kod projektiranja odvodnih sistema, a naročito kod detaljne unutrašnje odvodnje.

U Evropi se za polaganje drenskih cijevi koriste strojevi koji ubrzavaju i pojednostavljuju posao. Mehanizacijom ovih radova, pokazala se potreba za novim materijalima.

Polivinil i polietilen su materijali koje se upotrebljava. Tla koja trebaju odvodnju, moraju se pravovremeno drenirati, što je u kišnim godinama teško izvesti. Primjenom polivinskih drenažnih cijevi, bilo je moguće izvršiti drenažu i u zimskim mjesecima. Polivinil je skuplji, ali je zbog svojih tehničkih prednosti ipak uzet u obzir. Za odvodnju upotrebljavaju se cijevi s promjerom od 38 mm, iz razloga da bi takve cijevi imale ista hidraulička svojstva kao i glinene cijevi promjera 5 cm, a sabirne cijevi izrađuju se u promjerima od 65, 80 i 100 mm. Istraživanjima Instituta za kulturnotehničko građevinarstvo univerziteta u Göttingenu, pokazalo se je da zahtjevi koji se postavljaju za drenske cijevi mogu biti zadovoljeni polivinilskim cijevima.

Odavno se kod drenaže pojavljuje problem zamuljivanja ili inkrustacija. Da bi se to onemogućilo, ugrađuju se filtarske materije, organskog ili anorganskog porijekla. U tu svrhu upotrebljava se pepeo iz kotlarnica, ili treset u nizinskim područjima Holandije i Nje-

mačke. Nedostatak ovog postupka je da filtarski sloj samo pokriva a ne oblaže potpuno čitavu cijev. Kod primjene granuliranog pepela potrebno je za površinu od 1 ha oko 25 t materijala. Uslijed takvog opterećenja, u vlažnom razdoblju godine dolazi do zbijanja tla i potrebe rahljenja podrivačima. Zato se pošlo drugim putem u zaštiti cijevi od prodiranja zemlje u cijev, i to oblaganjem čitave cijevi staklenom vunom. Danas već postoje strojevi koji polažu puni filtar, tako da je to moguće provesti i kod tala s tekućim pijeskom. Ovim načinom omogućeno je drenirati i takva tla gdje ispod tankog površinskog glinastog sloja dolazi sloj pijeska, a takvih površina ima i kod nas mnogo uz rijeke.

Zbog primjene novih materijala cijene drenaže su se povisile. Međutim, primjenom novih drenskih strojeva i novih materijala, smanjuje se broj potrebnih radnih mjesta, a također i investicije za drenažu. Ne želi se ipak kazati da glinene cijevi treba izbaciti iz upotrebe. U Njemačkoj se godišnje drenira oko 45.000 ha površina, i tendencija je za stalnim povećanjem te površine, što pokazuje koliku važnost ima racionalizacija radova oko drenaže i koliko se može uštediti sredstava primjenom modernih strojeva i materijala.

Ing B. Đaković

Kongresi i sastanci

SAVETOVANJE O PROBLEMIMA KLIZIŠTA

(Kijev — SSSR, 1964.)

Dr Ing. Petar Anagnosti, Beograd

Uvod

Izvanredna aktuelnost i akutnost problema klizišta, njihovog proučavanja i saniranja, manifestovala se u nekoliko proteklih godina u celom svetu. Osvajanjem novih površina u cilju urbanizacije, komunikacija ili izgradnje industrijskih ili vodoprivrednih objekata, intenzitet radova i visoki zahtevi sigurnosti objekata nametnuli su rešavanje problema klizišta na kvalitetno novi način od onog koji je bio svojstven graditeljima početkom ovog stoleća. Palijativna i iskustvena rešenja zasnovana na analogiji i »iskustvu« ne mogu više da odgovore savremenim zahtevima u pogledu sigurnosti i u isto vreme potencirane ekonomske opravdanosti svih mera i radova koji se preduzimaju pri sprečavanju ili sanaciji pojava klizišta.

Ministarstvo višeg i srednjeg obrazovanja SSSR organizovalo je u Kijevu od 1. do 7. juna 1964. god. Savetovanje naučnih instituta, visokih škola, projektnih i proizvodnih organizacija, s temom: »Proučavanje klizišta i mera za njihovo sprečavanje i sanaciju«. Prikupljanje materijala za savetovanje je trajalo celu 1963. god., tako da su na savetovanju prikazani referati o mnogobrojnim klizištima i problemima njihovog izučavanja i saniranja ili sprečavanja. Celokupan prilaz ovom problemu se može oceniti kao sistematsko, kompleksno i organizovano rešavanje jednog gorućeg problema koji ne trpi odlaganje, jer klizišta ne izazivaju samo štete materijalne prirode, već često stvaraju katastrofe masovnog karaktera s velikim brojem ljudskih žrtava (Čile 1962. i Italija 1963. god.).

U izlaganju koje sledi izneće se principijelni stavovi koji su na savetovanju istaknuti u prvi plan, uz pripadajući komentar i analizu.

Problemi analize klizišta kao pojave

Problemi vezani za pojavu klizišta ne prate samo građevinske radove u užem smislu, jer i kod rudarskih radova u otvorenim kopovima, pri razradi majdana i sl., takođe se javljaju klizišta. Uzroci pojave klizišta nisu samo prirodni, jer na njih deluju ljudi koji menjaju neke prirodne odnose, oblike ili stvaraju nove uticaje koji remete prirodnu ravnotežu. Klizišta se ne mogu shvatiti kao »viša sila« koja se ne može predvideti i savladati, već kao svaka druga prirodna pojava, ne tako retka, koja ima svoje zakonitosti, preduslove i neposredne uzročnike nastajanja, i čije se izučavanje može metodološki definisati i obuhvatiti. Kao rezultat takvog izučavanja proizlaze konkretne mere sanacije ili sprečavanja pokreta zemljanih ili stenskih masa, koje nazivamo klizištima. Zbog grupisanja problema, na samom savetovanju referati su bili svrstani u prve tri teoriske grupe, i to:

Klizišta u SSSR prema regionima i metodama njihovog izučavanja,

Teorija procesa nastajanja i kretanja klizišta s ocenom stabilnosti padina;

Reološka svojstva i problem trajne čvrstoće glina;

te u tri sledeće primenjene teme:

Sanacione mere pri odbrani gradova od klizišta,

Iskustvo projektovanja i građenja sanacionih građevina na putevima,

Klizišta u majdanima i mere za njihovo sprečavanje.

Metodika izučavanja klizišta

Ovom problemu je bilo posvećeno 17 referata s ilustracijama primera klizišta koja su bila osmatrana. Teškoće u donošenju opštih zaključaka su

bile u neusaglašenoj terminologiji i klasifikaciji pojava. Ipak za klizišta koja se javljaju u ravničarskim oblastima SSSR mogu se izdvojiti karakteristični tipovi i prognozirati pojave novih klizišta u sličnim prirodnim uslovima.

U brdskim predelima je vrlo teško utvrditi karakteristične tipove usled velike raznolikosti u sredinama gde se klizišta javljaju. Uočeno je da su znatno češća klizanja površinskog pokrivača, a ređe su osnovne mase zahvaćene većim pokretima. Intenzitet i učestanost klizišta su veći u mlađim geološkim formacijama (Kavkaz, Karpati) negoli u starim (Ural) i tamo gde klimatski uslovi (naročito padavine, otapanje snega i sl.) pogoduju stvaranju preduslova za pojavu klizišta. Oblasti gde su intenzivniji građevinski radovi koji su neminovno praćeni usecanjima u padinske strane dolina ili njihovim opterećivanjem, i oblasti pojačane seizmičnosti su ocenjene kao one gde se češće javljaju klizišta. Naglašena je potreba da se opisne analize klizišta, koje se daju u većini slučajeva »intuitivno« i zavise većinom od stepena iskusnosti lica koje takvu ocenu daje, zamene numeričkim analizama zasnovanim na podacima terenskih i laboratoriskih merenja izvršenih savremenim metodama mehanike tla, geotehnike (mehanike stene) i geofizike. Kao karakterističan primer jedne česte »intuitivno« ocenjene pojave kao uzroka klizištu, navedena je sufozija, čija se uloga u stvaranju klizišta često precenjuje.

Proces nastajanja i kretanja klizišta

Neophodan predmet izučavanja na osnovu kojeg se mogu ispravno planirati mere sanacije ili sprečavanja klizišta je proces koji se razvija pri pojavi klizišta. Osnovu za izučavanje ovog procesa pruža jasno razdvajanje elemenata u s l o v a u kojima se javlja klizište, a to su: geološka građa, hidrogeološki, geografski tj. hidrološki i klimatski uslovi, od faktora — i z a z i v a č a koje čine procesi koji se odigravaju pod navedenim uslovima. Najzad, onaj faktor bez kojeg ne bi neposredno došlo do pokretanja masa treba označiti kao u z r o č n i k pojave, a sam neposredni p o v o d za pokretanje može biti neki slučajan i sam po sebi beznačajan faktor.

Istaknuto je da za pravilnu analizu procesa nastajanja i kretanja klizišta treba osigurati zajednički rad više specijalista, jer analiza jednog stručnjaka u većini slučajeva vodi u zastranjivanje.

U diskusiji o izboru načela za izvršenje mera sanacije, poseban interes je izazvao predlog o »etapnoj sanaciji« (Ter-Stepanjan) koji u stvari ide za tim da se poboljšanje postiže u sukcesivnim etapama uz stalno osmatranje i kontrolu efekta već primenjenih mera. Ovakav postupak je ocenjen kao opravdan u slučajevima kada brzina procesa klizišta ne ugrožava objekte ili živote ljudi, tako da se može u nekom vremenu pratiti efekat delimičnih mera. U slučajevima kada je neophodna brza intervencija, etapna sanacija nosi u sebi znatniji rizik.

Reološka svojstva materijala u procesima klizišta

Istaknuta je korisnost reoloških koncepcija za rešavanje problema stabilnosti ili deformacija u vremenu, i napomenuto je, da reološke analize trebaju biti dopunjene izmenama u kvalitetu materijala usled nemehaničkih procesa koji se odigravaju u međuvremenu. Ovde se misli na geološke, hidrogeološke, biološke, klimatske i druge faktore koji utiču na fizička i mehanička svojstva materijala. Napomenuto je, da su fizičko-mehanička svojstva glinenih materijala složenija od onih koje može da obuhvati uobičajen Coulombov zakon čvrstoće na smicanje i pored uvođenja u račun pornog pritiska. S obzirom na relativno novu koncepciju primene reologije u problemima klizišta, svi podneti referati su ocenjeni kao diskusioni, kao i sledeći problemi:

— uloga reoloških pojava u procesima koji se javljaju kod klizišta,
— kriterijum plastično viskoznog tečenja (puzanja),
— uslovi za opadanje čvrstoće na smicanje glinenih materijala pri deformacijama u vremenu pod stalnim opterećenjem,
— metodika kvantitativnog korišćenja reoloških koncepcija u procesima klizišta.

Opšta ocena izražena na savetovanju je bila u prilog svestranijem i intenzivnijem proučavanju reoloških karakteristika glinenih materijala, čime se omogućava postavljanje realnijih računskih shema koje služe za tačnije numeričke vrednosti koeficijenata sigurnosti, što opet doprinosi većem ekonomskom efektu radova. Praksa uglavnom pokazuje da se procesi klizanja javljaju na padinama, koje dulji period vremena stoje stabilne. Promene koje dovode do deformacija su aktivne sile koje potiču od ljudskog delovanja, i promene u otpornim silama. U onim slučajevima kada se ne mogu zapaziti očigledni uzroci pojavi klizišta, reološke pojave, kao puzanje — trajna lagana deformacija i pad čvrstoće na smicanje u vremenu mogu biti pravi uzrok. Nekad ove pojave prethode burnom, naglom deformisanju tla, koje je laganim procesom dovedeno u stanje nestabilnosti.

Otpornost glinenog tla na smicanje je srazmerno srednjem hidrostatičkom naponu pritiska koji vlada u tačci neprekidne sredine koju posmatramo, strukturnim cementacionim vezama i vezama koje zavise od sadržaja vode u tlu. U zavisnosti od vrste glinenog tla, stanja vlažnosti i strukture, pojedini navedeni faktori mogu imati većeg ili manjeg udela u ukupnoj čvrstoći.

Kod k r u t o g g l i n e n o g t l a jake strukture veze, koje zavise od sadržaja vode, su zanemarljivo male u odnosu na ostale komponente čvrstoće.

Kod pseudo-plastičnog tla (peskovite gline) sve tri komponente čvrstoće su veličine istog reda.

Kod plastičnog tla dominiraju veze koje zavise od stanja vlažnosti.

Momentana čvrstoća kod brzog opterećivanja tla je najveća, jer su zastupljene sve tri komponente.

Trajna čvrstoća može zavisiti od srednjeg hidrostatičkog pritiska i od strukturnih veza, ili samo od srednjeg hidrostatičkog pritiska ukoliko je deformacija tla dovoljno velika da razori strukturne veze.

Uslov pod kojim se javlja puzanje je ona veličina napona smicanja koja je veća od trajne čvrstoće a manja od momentane čvrstoće. Krute gline, prema ovome, nisu podložne pojavi puzanja, pseudo-plastične su donekle podložne, a kod plastičnih glina su pojave puzanja redovne. Tiksotropne pojave (očvršćenje) kod glinenog tla su također uočene, naročito kod glina s niskim vrednostima cementaciono-strukturne čvrstoće, a posledica su smanjenja vlažnosti i koloidalnih procesa, kojima se veze zavisne od sadržaja vode pretvaraju u cementacione veze.

Sanacione mere i građevine

Najveći broj referata na savetovanju je tretirao probleme sanacionih mera. Kao osnovna karakteristika ovih mera i građevina je njihovo visoko koštanje, koje dostiže i do jedan i po milijuna dinara po metru fronta klizišta. Ovako visoko koštanje zahteva analizu metoda saniranja kao i potrebe za saniranjem uopšte, ukoliko se alternativno ne preseljava ugroženi objekat van zone klizišta. Prilikom izbora mera sanacije potrebno je uvek numeričkom analizom dokazati efekat primenjene mere, jer ako je efekat mali i ne osigurava stabilnost, usvojena sanaciona mera ili građevina nije ekonomski opravdana.

Ukoliko se ne vodi računa o kompleksnosti uzroka koji stvaraju jedno klizište, može se lako desiti da pojedina mera ne da željeni efekat. Prilikom planiranja sanacije treba voditi računa o klimatskim uslovima pri radovima izvođenja, i o pravilnom redosledu izvođenja sanacionih mera i radova.

Osnovni radovi primenjivani kod sanacija su:

— Ublažavanje nagiba kosina, naročito izradom stabilizujućeg nasipa u nožici, od propustljivog materijala (pesak, šljunak, kamena sitnež) koji ne stvara novi uspor podzemnih voda u domenu klizišta.

— Drenaža podzemnih voda, pod uslovom da se vodonosni horizont nalazi u materijalima čiji koeficijenat filtracije ima red veličine najmanje 10^{-3} cm/sec.

— Zaštita od erozije kosina na rečnim i morskim obalama se sprovodi uobičajenim metodama primenjivanim kod regulacije vodotoka.

— Prihvatanje i evakuacija površinskih i atmosferskih voda .

— Mehaničko sprečavanje pokreta se ostvaruje građevinama, kao što su potporni zidovi, redovi šipova, balastni nasip, zamena materijala iz zone gde se javlja klizna površina, itd.

— Stabilizacija promenom fizičko-mehaničkih karakteristika tla se retko primenjuje usled visoke cene ili vremenski ograničenog efekta. Od posebnog interesa je metoda žarenja glinovitih materijala propuštanjem struje vrelih plinova ili sagorevanjem pogodnog goriva u posebno izrađenim komunikacijama sistemom aeracionih galerija, bunara i bušotina.

— Mere predohrane se moraju primenjivati u područjima gde se očekuje stvaranje klizišta. U ove mere treba uključivati i propise o dozvoljenom načinu i obimu građevinskih radova u ovakvim područjima. Mere šumske melioracije treba da su u skladu s potrebnim korisnim dejstvom vegetacije. Vegetacija bez održavanja, (naročito šumska) koja je previše gusta, koja uvećava vlažnost tla a praktično ga ne armira korenjem, i pored toga još opterećuje kosinu — ne samo da nije korisna već i pogoršava uslove stabilnosti takve padine.

Klizišta u stenskim masama

Ova klizišta se javljaju kod majdana i u rudarskim radovima, na otvorenim kopovima. Stabilnost kosina u stenskim masama zavisi od čvrstoće stene kao monolitnog uzorka, karaktera i intenziteta ispucalosti ili uslojenosti i veličine otpornosti na smicanje (klizanje) po ovim privilegovanim ravnima (anizotropije). Na stabilnost slabo vezanih stena ili stena podložnih vetrenju, kaolinizaciji i sl. utiču klimatski faktori i podzemna voda, pored već navedenih faktora mehaničke prirode. Za ove vrste stena je od naročite važnosti odrediti ne samo graničnu otpornost na smicanje već i oblast napona koja izaziva puzanje (plastično-viskozno tečenje).

Istaknuto je da postojeće računske sheme teorije granične ravnoteže za homogene materijale ne zadovoljavaju fizičke uslove problema: anizotropiju i kretanje masa kao krutih tela po privilegovanim površinama uz stvaranje pojedinih zona koncentracije koje menjaju naponsko stanje i izazivaju preraspodelu napona, što vodi ili progresivnom lomu ili stabilizaciji.

Kod klizišta u stenskim masama imamo sledeće tipove:

Osipanje tj. spuštanje pojedinačnih komada stene niz kosinu običnim odvaljivanjem i kotrljanjem.

Urnis (obrušavanje) tj. naglo odvaljivanje i spuštanje većih masa niz kosinu duž neke izražene podeone (klizne) površine, obično strmog nagiba.

Klizanje tj. lagano pomeranje većih masa duž podeone (klizne) površine, obično blažeg nagiba.

P l a z i n a tj. tečenje vodom zasićenih masa poremećene strukture.

P r o l o m tj. vertikalno spuštanje masa usled remećenja strukture niže ležećih horizonata, a bez podeone (klizne) površine u osnovi pokrenute mase.

Osvrt na iznete probleme i stavove

Problemi koji su tretirani na savetovanju i koji su ukratko ovde izloženi, ukazuju na izvanrednu kompleksnost u izučavanju problema klizišta na kojima sarađuju istaknuti stručnjaci iz domene inženjerske geologije (Popov, Zolotarev), mehanike tla (Citovič, Denisov, Maslov), mehanike neprekidnih sredina i reologije (Vjalov, Ter-Stepanjan, Goldštajn), koloidne hemije, itd. Specijalne osmatračke stanice u reonima aktivnih klizišta, od kojih polovina obavlja osmatranja već preko 15 godina, omogućile su prikupljanje dragocenih podataka o procesima nastajanja i kretanja klizajućih masa. Priličan broj instituta širom zemlje, koji imaju na raspoloženju znatna materijalna sredstva, i veliki broj saradnika raznih nivoa stručnosti — pružaju solidnu osnovu za studiozni rad i daljnji napredak u istraživanjima.

Korišćenje iskustava i dostignuća nauke i tehnike van granica SSSR danas više nije ničim sprečeno, i na to se apeluje u generalnim referatima (Maslov, Drannikov).

I pored navedenih uslova za razvoj teorijske i praktične strane proučavanih problema, nameće se utisak o nedovoljnoj povezanosti akademske avangarde tj. teorijskog rada instituta i visokih škola s proizvodnim organizacijama. Dok na jednoj strani imamo izvanredno logične i jasno definisane hipoteze i teorije, zasnovane na savremenim koncepcijama mehanike neprekidnih sredina, nedostaju primeri kada su ove koncepcije i s kakvim uspehom primenjene na rešavanju konkretnih problema. S druge strane, izneti primeri rešavanja konkretnih problema ostajali su na klasičnim metodama analize stabilnosti.

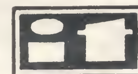
Ako uporedimo metodologiju rešavanja sličnih problema u zemljama Zapadne Evrope sa razvijenom mehanikom tla (Engleska, Švedska, Norveška itd.) uočava se veća povezanost teorijskih shema s konkretnim izučavanjem problema. Na istoj liniji je bio i referat prof. Šuklje (Ljubljana) gde je tretirano pitanje odnosa vremena potrebnog za lom tj. burnu manifestaciju klizišta i brzine deformacije puzanja odnosno veličine odgovarajuće konačne deformacije.

Teoriske sheme koje su u primeni u zapadnoevropskim zemljama nisu generalnog karaktera i sadrže uprošćenja koja se s principijelnog stanovišta ne mogu obraniti. Npr. konstante pornog pritiska u Skemptonovoj jednačini nisu mehaničke konstante već parametri koji zavise, pored ostalog, i od naponskog stanja uzorka ispitivanjem kojeg su određene, ali su se pokazale kao korisne za niz praktičnih rešenja i dovoljnom tačnošću kasnije merenih vrednosti na objektu upoređeno sa sračunatim veličinama na osnovu ovakve teorije.

Ovakav stil rada potiče od osnivača savremene mehanike tla, pok. Terzaghija, koji je isticao približnost svojih teoriskih shema, u kojima je bio uvek istaknut osnovni fenomen, odlučujući u datom kompleksu.

Upoznavanje naše stručne javnosti s rezultatima ovog savetovanja je potrebno, jer intenzitet građenja u našoj zemlji, koji raste iz godine u godinu, sve češće postaje uzrok pojavama klizišta. Potrebno je da se ovim pojavama prilazi na savremen i tehnički ispravan način i da se rešenja traže koordinacijom odgovarajućih stručnjaka uz maksimalno korišćenje istražnih radova i postojećih mogućnosti numeričke provere, usvojenih rešenja sanacije ili preventive. Rezultati izneti na ovom savetovanju jasno pokazuju da je to ujedno i najekonomičniji put, bez obzira na prividno veće investiranje sredstava u istraživanja i prethodna ispitivanja.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



VI SJEDNICA IZVRŠNOG ODBORA SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

8. prosinca 1964. održana je u Zagrebu VI sjednica Izvršnog odbora Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske, mandatnog perioda 1963-1965, s ovim dnevnim redom:

1. Formuliranje preporuka i zaključaka s IV plenuma SGITH od 23. XI 1964. u Rijeci,
2. Isplata novogodišnje nagrade radnicima ureda SGITH i uredništva »Građevinar« za 1964. u visini jednomjesečnih primanja,
3. Preporuke članstvu za posjet XII međunarodne izložbe mehanizacije i opreme »BAUMA« u Münchenu od 13—21. ožujka 1965.
4. Izvještaj o sjednici Izvršnog odbora SITH održanoj 3. XII 1964.
5. Prijedlog za formiranje komisije za izradu nacrta novog Statuta SGITH i suradnja u radu s istoimenom komisijom SITH.
6. R a z n o:
   a) pitanje smještaja ureda SGITH, DGIT Zagreb, i redakcije »Građevinar«.

Izvršni odbor SGITH donio je slijedeće

Preporuke i zaključke

1. Na temelju ovlaštenja IV plenuma SGITH održanog 23. studenog 1964. u Rijeci formulirani su zaključci, s tim da se u cijelosti s odgovarajućim mate-

rijalima objave u časopisu »Građevinar« i dostave nadležnim organima.

2. Prema odredbi čl. 29 Statuta Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije i na temelju odluke Saveznog Izvršnog Vijeća o dodjeljivanju novogodišnje nagrade radnicima i službenicima, objavljene u Službenom listu SFRJ br. 46/1964, odobrava se isplata novogodišnje nagrade službenicima SGITH i časopisa »Građevinar« koji su u redovnom i honorarnom radnom odnosu, a u visini predviđenoj u citiranoj odluci.

3. Preporučuje se članstvu posjet XII međunarodne izložbe građevne mehanizacije i opreme »BAUMA«, koja se održava u Münchenu 13. do 21. ožujka 1965. Organizaciju kolektivnog putovanja objavit će se naknadno.

4. Prima se na znanje izvještaj potpredsjednika SGITH Ing. Klepca o sjednici Izvršnog odbora SITH od 3. prosinca 1964, a napose o organizaciji predstojećeg savjetovanja u Puli o regulaciji rijeke Mirne i Raše, o čemu blagovremeno obavjestiti sve hidrotehničare.

5. U komisiju za izradu nacrta statuta Saveza građevnih inženjera Hrvatske određuje se: Ing. Josip Klepac, potpredsjednik SGITH, Milan Jančiković, I tajnik SGITH, i Ing. Milan Mrvoš, član Izvršnog odbora SGITH. Komisija će surađivati s odgovarajućom komisijom SITH. Komisija će pristupiti radu tek po donošenju novog statuta SGIT Jugoslavije, koji će biti iznijet pred Kongres SGITJ u Beogradu 1965.

6. Po pitanju proširenja uredskih prostorija SGITH, DGIT Zagreb i uredništva »Građevinar« podnijeti zahtjev predsjedniku DIT Zagreb, a kopiju zahtjeva uručiti predsjedniku SITH Ing. Borisu Bakrač.

7. Preporuča se svim organizacijama aktivno sudjelovanje u radu simpozija kojeg će početkom 1965. organizirati Sekretarijat za industriju SIV i Sekretarijat narodne obrane SIV o mjerama za sprečavanje elementarnih katastrofa, koje zadiru u oblast građevinarstva. Prijave referata i koreferata treba dostaviti do 18. XII 1964. SITH, a kopiju ovom Savezu.

I TAJNIK:	PREDSJEDNIK:
Milan Jančiković	Ing. Mišo Bauer

DONIJET ĆE SE ODLUKE O IZGRADNJI I FINANSIRANJU KOMUNALIJA NA TERITORIJU GRADA ŠIBENIKA

Šibenik. Građevinska sekcija inženjera i tehničara u Šibeniku organizirala je diskusiju među članstvom o prednacrtu triju odluka iz oblasti građevinarstva, koje Skupština općine Šibenik treba da uskoro donese. To se u prvom redu odnosi na odluku o uređenju gradskog zemljišta na području grada Šibenika, odluku o doprinosu za korištenje zemljišta i odluku o osnivanju Fonda za uređenje i korištenje gradskog zemljišta.

Članovi DIT prihvatili su i pozdravili ovu, da kažemo zakašnjenu, akciju koja je već ranije sprovedena u mnogim gradovima u zemlji. Jedna primjedba je stavljena na dosta veliki doprinos koji će, pored ostalih, plaćati i budući graditelji obiteljskih kućica. S obzirom da će taksa za zemljište, prema sadašnjem planu, graničiti s troškovima izgradnje prve faze zgrade — postoji bojazan da se eliminira privatna inicijativa izgradnje stambenog fonda.

Navedene odluke koje se odnose na izgradnju i finansiranje komunalija u Šibeniku, pred samo donošenje raspravit će se prethodno na plenumu općinskog odbora SSRN, u savjetu za komunalne poslove i urbanizam, kao i na zborovima birača, gdje će članovi DIT ponovo uzeti aktivnog učešća i svojim stručnim mišljenjem nastojati što pravilnije obrazložiti opravdanost prihvaćanja podnesenih prednacrta.

M. M.

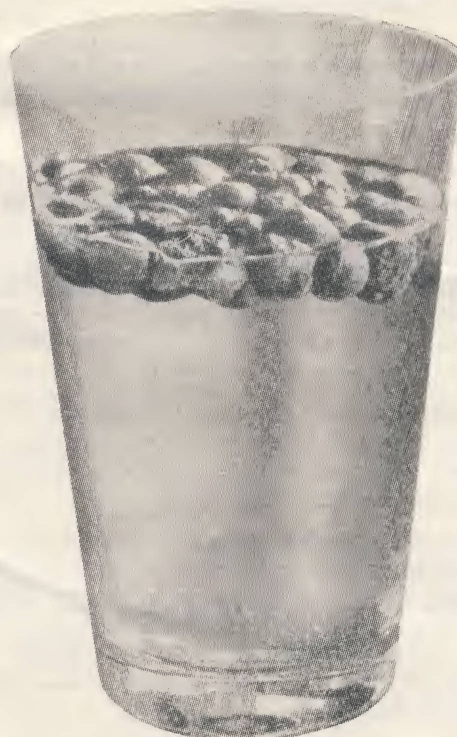
EKSPANDIRANA GLINA — LECA

Društvo građevnih inženjera i tehničara Zagreb organiziralo je 4. studenog 1964. predavanje o ekspandiranoj glini — Leca (light expandet clay agegate). Predavač je bio Dipl. Ing. Steinle iz Beča.

Dokaz o interesantnosti ove teme bio je, što je velika dvorana u DIT bila dupkom puna inženjera i tehničara, koji su pomno pratili predavanje, i nakon toga postavljali brojna pitanja.

Donosimo u izvodu prikaz predavanja.

Napominjemo, da se ekspandirana glina dobiva pečenjem u rotacionim pećima pri temperaturi 1100—1200 ^{0}C.

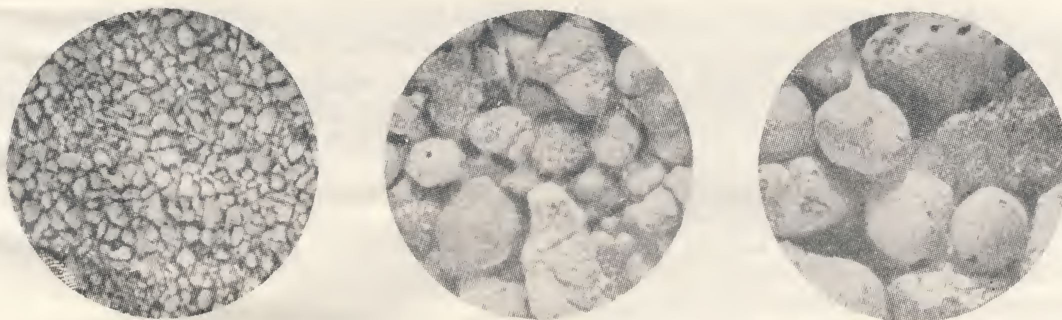


Sl. 1

S v o j s t v a:

Gotovo okrugla zrnca vrlo malene težine

Granulacija	0— 3 mm	650 kg/m^3
„	3—10 mm	450 kg/m^3
„	10—20 mm	350 kg/m^3



Sl. 2

Tolerancije: ∓ 10%. Visoka toplinsko — izolaciona sposobnost. Kod rahlo nasutog materijala λ 0.08, kod cementom vezanog (600 kg/m^3) λ = 0,15. Potpuno anorganski materijal, dobra izolacija zvuka i u odnosu na težinu vrlo visoka otpornost na tlak. Kemijski neutralna (pH = 7).

Struktura:

U unutrašnjosti granula struktura je celularna a pojedine ćelije nisu međusobno povezane, pa ne postoji kapilarni efekt. Kora je glatka (dijelom kao ispucana) sličnih osobina kao opeka. Materijal je otporan prema smrzavanju i trulenju.

Područja primjene:

1. Rahlo-nasut — za podove, ravne krovove i punjenje šupljih zidova.
2. S manjim dodatkom cementa (1:8 do 1:20) za iste grupe kao pod 1. u slučaju kad je potrebna veća čvrstoća. Izolaciona sposobnost naročito dolazi do izražaja kod izrade podova koji postaju »topli«. Kod ravnih krovova s obzirom na poroznost postoji mogućnost pojednostavljenja konstrukcije — otpada potreba protuparnih slojeva a izolacija i beton spojeni su u isti sloj.
3. Kod ovlaženih zidova postoji mogućnost staviti tanki sloj Lece i time stvoriti suhu površinu zida i povećati toplinsku izolaciju, što je posebno važno kod poljoprivrednih građevina.
4. Kod izrade betonskih bloketa — Leca se može primijeniti bez obzira na to kojom se vrstom stroja radi na izradi betonskih bloketa na manju težinu, u usporedbi s drugim dodatnim materijalom, sušenje je znatno brže, toplinska izolacija je bolja a time se ujedno postiže i ubrzanje radnog procesa i velika ušteda goriva. Žbuka bolje prianja.
5. Izrada panoa — postoji mogućnost izrade velikih zidnih panoa, velike čvrstoće i izvrsne toplinske izolacije. Ušteda težine iznosi prosječno 20—30% a kod dijelova koji su manje izloženi trošenju — ušteda na težini može iznositi i 50% i više.
6. Kod izrade armirano-betonskih konstrukcija može se postići beton do MB 300. U tom slučaju izolacija igra manju ulogu; velika je ušteda na težini.

Slika 1 prikazuje ekspandiranu glinu koja je tjednima bila položena na površini vode, a da nije primila vlagu.

Slika 2 prikazuje razne agregate ekspandirane gline u naravnoj veličini. Interesenti se mogu za podrobnije podatke i tehničku dokumentaciju obratiti na proizvođača: LEĆA, G. m. b. H., Wien I, Karlplatz 1.

M. Jančiković

IZ DGIT SREZA I GRADA SARAJEVO

Društvo građevinskih inženjera i tehničara sreza i grada Sarajeva, imajući u vidu sve veća investiciona ulaganja zajednice, s time i intenzivniji razvoj radova na izgradnji novih i modernizaciji starih putova, uvođenja i primjene novih naučnih metoda u organizaciji rada, te da je za uspješnu primjenu svih navedenih nastojanja potrebno i adekvatno stručno uzdizanje i obuka inženjersko tehničkih kadrova, izvršilo je pripremu i organizaciju 15-dnevnog kursa s tematikom

»Primjena geomehanike na putovima«.

Potreba za ovim kursom osjeća se kod samih članova Društva a također i radnih zajednica, koje su angažirane na gradnji putova. U želji za što uspješnije savlađivanje ove materije, društvo GIT angažiralo je za predavače dr prof. ing. Dušana Krsmanovića i prof. ing. Emila Janačeka sa njihovim suradnicima. Odštampana su posebna skripta u dva dijela na cca 200 stranica, koje će dobiti polaznici kursa. Cijena kursa je 40.000 d. S obzirom da ove troškove privredne organizacije izdvajaju iz fonda za uzdizanje kadrova, očekuje se veliki odaziv slušalaca.

Kurs će se održati u vremenu od 8—21. februara 1965. god. u prostorijama Doma IT Sarajevo, Obala 21.

Tematika kursa obrađena je za nivo obrazovanosti građevinskih tehničara sa određenim praktičnim iskustvom, a podešena je i za poslovođe, pa i mlađe inženjere. Tako će se na kursu uz izlaganje i praktičan rad u odgovarajućim laboratorijama geomehaničkog zavoda i zavoda za ispitivanje građevinskog materijala, obraditi slijedeće:

— sondažni radovi i metode terenskih ispitivanja i uzimanje uzoraka;
— geofizičke karakteristike tla, poroznost, kozistencija, plastičnost;

— glavne vrste tla, klasifikacija i identifikacija;
— voda u tlu, kapilarnost, propusnost i asanacije;
— unutarnje sile i naponi u tlu i metode ispitivanja;
— stabilnost padina, naponi, stabilnost i saniranje klizišta;
— zbijenost i stišljivost tla;
— terenska ispitivanja;
— metode dimenzioniranja kolovoza i stabilizacija tla.

Društvo je voljno da održi i poseban kurs za veći broj slušalaca za pojedine radne organizacije, pa bi pitanje vremena i uslova, posebnim aranžmanom regulirali, za slučaj da se pojave interesenti.

Pored ove akcije, Društvo građevinskih inženjera i tehničara sreza i grada Sarajevo u suradnji sa sreskim društvom elektro-mašinskih IT i Sreskom privrednom komorom, radi na izradi studija — programa — proizvodne orijentacije preduzeća »Kovina« iz Visokog. Do ovakve suradnje došlo je poslije održanog sastanka Sreskog društva IT sa Privrednom komorom u Sarajevu. Kako je preduzeće »Kovina« u svom razvoju dostiglo granice zanatskog preduzeća, daljnji razvoj i pored pozitivnog poslovanja je nemoguć, s obzirom na opremljenost osnovnim sredstvima i kadrovima. Za razvoj potrebna je jasnija i perspektivnija proizvodna orijentacija, pa je za izradu studije, kao i programa za izradu investicione dokumentacije, zatražilo pomoć od Društva IT. Smatramo da je ovakva suradnja pravilan put rada organizacija IT, a u duhu odluka Vanrednog kongresa IT održanog oktobra 1964. godine u Skoplju.

Petar Foretić, predsjednik

SEMINAR »GRAĐEVINSKI STROJEVI« U BEOGRADU

Društvo građevnih inženjera i tehničara grada Beograda organizira stručni seminar, od 15. do 20. ožujka 1965, pod naslovom »Građevinski strojevi«.

Program seminara obuhvaća:

1. Pogonski motori: Otto, Diesel i elektromotori, vrste i karakteristike goriva.
2. Strojevi za zemljane radove: bageri, buldožeri, skreperi, grejderi; primjena pojedinih strojeva, proračun učinka.
3. Strojevi za transport i vuču: cestovna vozila, vozila van javnih puteva, transporteri, žičare, ostale vrste transportnih uređaja; primjena i način proračuna učinka, utjecaji o kojima zavisi učinak.
4. Prenosila i dizala: kranovi, toranjske dizalice, specijalni uređaji; primjena i način proračuna učinka.
5. Strojevi za preradu kamena i šljunka: drobilice, mlinovi, sita i uređaji za pranje, postrojenja za drobljenje; primjena i način proračuna učinka.
6. Strojevi za izradu i obradu betona: dozatori, miješalice, betonare, strojevi za obradu betona; primjena i način proračuna učinka.
7. Prefabrikacija u građevinarstvu: prefabrikacija u visokogradnji, tvornice betonskih proizvoda, oprema tvornica za punu montažu.
8. Remont i eksploatacija strojeva; podjela i oprema servisnih radionica, organizacija službe eksploatacije, evidencija rada strojeva.
9. Kalkulacija rada strojeva, struktura cijene koštanja strojnog rada, utjecaji na cijenu koštanja.

Predavanja će se održavati u zgradi Doma inženjera i tehničara, u ulici Kneza Miloša 7.

Predavači na seminaru su:

Prof. Ing. Bogdan T r b o j e v i ć, Građevinski fakultet, Beograd, za poglavlja 3, 5 i 9.

Ing. Aleksandar F l a š a r, GP »Rad« Beograd, za poglavlja 2, 6 i 7.

Ing. Branko P r o h a s k a, GP »Rad« Beograd, za poglavlje 4.

Ing. Zlatibor H r e l j a c, GP »Hidrotehnika« Beograd, za poglavlja 1 i 8.

Cijena za učestvovanje na seminaru je 25.000 din u koju je uračunata knjiga Prof. Ing. Bogdana Trbojevića: »Građevinske mašine«, tri broja časopisa »Izgradnja« i odgovarajuća skripta.

M. Jančiković

Bibliografija

MEHANIKA TLA PRI PROJEKTOVANJU I GRAĐENJU PUTEVA

U izdanju »Građevinske knjige« iz Beograda, izašla je iz štampe knjiga pod gornjim naslovom, kao prevod knjige »Soil mechanics for road engineers«, II izdanja iz 1957. godine. Knjigu su napisali saradnici Odelenja za mehaniku tla Istraživačke laboratorije za puteve iz Londona, pod rukovodstvom Mr. D. J. Macleana.

Celokupna materija knjige, koja obuhvaća 620 strana, s 320 slika, crteža i grafikona, podeljena je u sledećih 28 glava: 1. Sadržaj knjige, 2. Priroda tla, 3. Identifikacija i klasifikacija tla, 4. Klasifikacija tla, 5. Hemiska ispitivanja tla, 6. Agregati za građenje puteva, 7. Nasipi i posteljice od krede, 8. Postupak terenskog ispitivanja tla, 9. Sabijanje tla, 10. Građenje zemljanih puteva sa zastorima od agregata manje vrednosti, 11. Mehanička stabilizacija, 12. Stabilizacija tla cementom, 13. Stabilizacija tla bituminoznim materijalima, 14. Stabilizacija tla smolastim materijalima, 15. Metode građenja kod stabilizacije tla, 16. Vlaga u tlu i faktori koji utiču na njeno kretanje, 17. Drenaža posteljice i kontrola vlažnosti, 18. Oštećenja kolovoznih konstrukcija puteva od dejstva mraza, 1. Određivanje čvrstoće tla, 20. Projektovanje kolovozne konstrukcije, 21. Istraživanje razaranja gornjeg stroja puta, 22. Naponi u tlu i granična nosivost puteva, 23. Konsolidacija stišljivih tla, 24. Sleganje nasipa, 25. Građenje puteva na močvarnim terenima, 26. Stabilnost kosina u glinovitom tlu, 27. Oprema za geomehaničku laboratoriju, i 28. Definicije i simboli.

Kao što se iz ovoga vidi, knjiga obuhvata primenu mehanike tla kod rešavanja gotovo svih problema projektovanja i građenja puteva, kao i druge bliske oblasti savremene tehnike puteva, koje inače ne pripadaju domenu mehanike tla a nerazlučivo su povezane sa njim. Zbog toga materija knjige — i u svetskim razmerama — predstavlja jedinstveni primer svrsishodne sadržine, te je krupan doprinos našoj inače oskudnoj stručnoj literaturi iz ove oblasti.

Prevodilac Ing. J. Šutić i redaktor Dr Ing. D. Milović korektno su obavili svoj posao, držeći se principa da je za čitaoca — korisnika knjige — najpovoljnije da se u prevodu koriste odgovarajući stručni termini koji su već uvedeni u našu stručnu literaturu, a ne da se stvaraju novi, pa bili oni i jezično prikladniji.

Kolektiv izdavača »Građevinska knjiga« uložio je mnogo truda i knjigu tehnički odlično opremio.

Ing. Dušanka Božinović, Beograd

ISPRAVAK

U članku Ing Drago Horvatić: »Prilog proračunu...« br. 10/1964. treba ispraviti:

Str. 355, 2. stupac, treći red odozgo:

»Razlike J_i određene za dvije sudjelujuće širine date su u tablici 3.

Str. 355, Tablica 3, drugi red, umjesto »Površine čeličnog...« treba biti:

»Momenti tromosti J_i uz b_r u $m^4 \times 1000$«

Tablica 3, četvrti red, umjesto »Momenti tromosti Y_i...« treba biti:

»Momenti tromosti J_i uz b_s u $m^4 \times 1000$«

Str. 357, 2. stupac, šesti red odozdo, umjesto »... od konačnog odnosa β_n« treba biti:

»... od konačnog odnosa γ_n, ...«

Str. 358, 2. stupac, 23 red odozdo, izraz za »$\Delta h_s =$ = ...« treba glasiti:

$$\Delta h_s = f_s \left(1 - \frac{2}{100} \frac{n_s F_s J_s}{n'_s F_{ts} J_{ts}} \right)$$

Molimo čitaoce da ovo uvaže.

800 GODINA LAJPCIŠKOG SAJMA

JUBILARNI SAJAM

OD 28. FEBRUARA DO 9. MARTA 1965



ZA TRGOVINU OTVORENU ČITAVOM SVIJETU I TEHNIČKI NAPREDAK!

Tisuće izvoznih poduzeća Njemačke Demokratske Republike i ostalih socijalističkih zemalja u uspoređenju stvaralačke moći i takmičenju s poduzećima svjetskog glasa iz zapadnoevropskih industrijskih zemalja. Skoncentrirana ponuda vrhunskih proizvoda tehnike i robe široke potrošnje s istoka i zapada. Zaokruženi pregled najmodernijih proizvodnih metoda i najnovijih dostignuća svjetske proizvodnje.

Naučni kongresi, simpoziji i stručna predavanja. Zanimljiv program svečanosti.

OBAVIJESTI I SAJAMSKE ISKAZNICE:

OZEHA, Zagreb, Beograd, Rijeka Sarajevo, Split i Skopje ili na granici Njemačke Demokratske Republike



OČEKUJE VAS 9.000 IZLAGAČA IZ 70 ZEMALJA!

